

山东省工程建设标准



DB37/T 5018-2014

J 12812-2014

装配整体式混凝土结构 设计规程

Specification for design of monolithic precast concrete
structures

2014-9-16 发布

2014-10-01 实施



统一书号: 15112 · 23987

定 价: 30.00 元

山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局

联合发布

山东省工程建设标准

装配整体式混凝土结构 设计规程

Specification for design of monolithic precast concrete
structures

DB37/T 5018-2014

住房和城乡建设部备案号：J 12812-2014

批准部门：山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局
施行日期：2014年10月01日

中国建筑工业出版社

2014 济 南

前 言

为加快装配整体式混凝土结构技术的推广应用,促进山东省建筑产业现代化的发展,根据省住房和城乡建设厅统一安排,山东建筑大学组织有关单位和专家,依据国家相关标准,借鉴国内外实践经验,结合我省实际,编制本规程。

本规程主要包括:总则、术语和符号、基本规定、材料、建筑设计、结构设计基本规定、构件及连接设计、外挂墙板设计。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理,由山东建筑大学负责具体内容的解释。

本规程在执行过程中如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料反馈至山东建筑大学(济南市历山路 96 号,邮编 250013,联系电话:0531 - 86367325,电子邮箱:13505407526@163.com),以供今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查人员:

主 编 单 位:山东建筑大学

参 编 单 位:山东建大建筑规划设计研究院

山东省建筑设计研究院

山东同圆设计集团有限公司

山东万斯达集团有限公司

济南市轨道交通有限公司

济南一建集团总公司

主要起草人员:张 鑫 周广强 张玉明 王总辉 石玉仁

张维汇 蒋世林 李当生 王春堂 张 波

肖宁海 隋术前 王国富 刘建富

主要审查人员:刘德良 赵 勇 崔士起 孙增桂 嵇 飙

刘凤武 范 涛 胡海涛 魏传钰 高宏伟

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	6
4	材料	8
4.1	混凝土	8
4.2	钢筋及钢材	8
4.3	连接材料	9
4.4	其他材料	10
5	建筑设计	11
5.1	一般规定	11
5.2	建筑设计	11
5.3	外墙板、内墙板设计	11
5.4	装修、设备管线设计	12
6	结构设计基本规定	14
6.1	一般规定	14
6.2	结构分析	17
6.3	框架结构设计	18
6.4	剪力墙结构设计	18
7	构件及连接设计	20
7.1	一般规定	20
7.2	预制构件设计	20
7.3	连接设计	21
7.4	叠合板	24

7.5	叠合梁	30
7.6	预制框架柱及梁柱节点	33
7.7	预制剪力墙	38
7.8	预制楼梯	46
8	外挂墙板	47
8.1	一般规定	47
8.2	作用及作用组合	47
8.3	外挂墙板和连接设计	49
	本规程用词说明	51
	引用标准名录	52
	附:条文说明	55

1 总 则

1.0.1 为加快装配整体式混凝土结构技术的推广应用,促进山东省建筑产业现代化的发展,做到安全可靠、技术先进、确保质量、经济合理、保护环境,实现设计标准化、生产工厂化、施工装配化、管理信息化,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度为 6~8 度地区的装配整体式混凝土框架结构、装配整体式混凝土框架-现浇剪力墙结构、装配整体式混凝土剪力墙结构及装配整体式混凝土部分框支剪力墙结构的民用建筑,房屋建筑的最大高度应符合本规程的有关规定。

1.0.3 装配整体式混凝土结构的设计应符合因地制宜、就地取材、节约资源的原则。

1.0.4 装配整体式混凝土结构的设计除符合本规程外,尚应符合现行国家及山东省相关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 预制混凝土构件 precast concrete component

在工厂或现场预制的混凝土构件,简称预制构件。

2.1.2 装配整体式混凝土结构 monolithic precast concrete structure

由预制混凝土构件或部件通过各种可靠的方式进行连接,并与现场浇筑的混凝土形成整体的混凝土结构,简称装配整体式结构。

2.1.3 装配整体式混凝土框架结构 monolithic precast concrete frame structure

全部或部分框架梁、柱采用预制构件构建成的装配整体式混凝土结构,简称装配整体式框架结构。

2.1.4 装配整体式混凝土剪力墙结构 monolithic precast concrete shear wall structure

全部或部分剪力墙采用预制墙板构建成的装配整体式混凝土结构,简称装配整体式剪力墙结构。

2.1.5 装配整体式混凝土框架-现浇剪力墙结构 monolithic precast concrete frame-cast in situ shear wall structure

由装配整体式框架与现浇混凝土剪力墙组成的装配整体式混凝土结构,简称装配整体式框架-现浇剪力墙结构。

2.1.6 混凝土叠合受弯构件 composite concrete flexural component

预制混凝土梁、板顶部在现场后浇混凝土而形成的整体受弯构件,简称叠合板、叠合梁。

2.1.7 预制外挂墙板 precast concrete facade panel

安装在主体结构上,起围护、装饰作用的非承重预制混凝土外墙板,简称外挂墙板。

2.1.8 预制混凝土夹心保温外墙板 precast concrete sandwich facade panel

中间夹有保温层的预制混凝土外墙板,简称夹心外墙板。

2.1.9 混凝土抗剪粗糙面 concrete rough surface for shear resisting

预制构件结合面上用于抗剪的凹凸不平或骨料显露的表面,简称粗糙面。

2.1.10 钢筋套筒灌浆连接 rebar splicing by grout - filled coupling sleeve

在预制混凝土构件中预埋的金属套筒中插入钢筋并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋连接方式。

2.1.11 钢筋连接用灌浆套筒 grouting coupler for rebar splicing

通过水泥基灌浆料的传力作用将钢筋对接连接所用的金属套筒,通常采用铸造工艺或者机械加工工艺制造,包括全灌浆套筒和半灌浆套筒两种形式。前者两端均采用灌浆方式与钢筋连接,后者一端采用灌浆方式与钢筋连接,而另一端采用非灌浆方式与钢筋连接(通常采用螺纹连接)。

2.1.12 钢筋连接用套筒灌浆料 cementitious grout for coupler of rebar splicing

以水泥为基本材料,配以适当的细骨料,以及混凝土外加剂和其他材料组成的干混料,加水搅拌后具有良好的流动性、早强、高强、微膨胀等性能,填充于套筒和带肋钢筋间隙内的干粉料。

2.1.13 钢筋浆锚搭接连接 rebar lapping in grout - filled hole

在预制混凝土构件中采用特殊工艺制成的孔道中插入需搭接的钢筋,并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值;

f_y 、 f'_y —— 普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值。

2.2.2 作用,作用效应及承载力

F_{Ehk} —— 施加于外挂墙板重心处的水平地震作用标准值;

G_k —— 外挂墙板的重力荷载标准值;

N —— 轴向力设计值;

S —— 荷载组合的效应设计值;

S_{Eh} —— 水平地震作用组合的效应设计值;

S_{Ev} —— 竖向地震作用组合的效应设计值;

S_{Ehk} —— 水平地震作用效应标准值;

S_{Evk} —— 竖向地震作用效应标准值;

S_{Gk} —— 永久荷载效应标准值;

S_{wk} —— 风荷载效应标准值;

V_{jd} —— 持久设计状况下接缝剪力设计值;

V_{jde} —— 地震设计状况下接缝剪力设计值;

V_{mua} —— 被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值;

V_u —— 持久设计状况下接缝受剪承载力设计值;

V_{ue} —— 地震设计状况下接缝受剪承载力设计值;

γ_{Eh} —— 水平地震作用分项系数;

γ_{Ev} —— 竖向地震作用分项系数;

γ_{G} —— 永久荷载分项系数;

γ_{w} —— 风荷载分项系数。

2.2.3 几何参数

B —— 建筑平面宽度;

L —— 建筑平面长度。

2.2.4 计算系数及其它

α_{max} —— 水平地震影响系数最大值;

γ_{RE} —— 承载力抗震调整系数;

- γ_0 —— 结构重要性系数；
- η_j —— 接缝受剪承载力增大系数；
- ψ_w —— 风荷载组合系数；
- Δu —— 楼层层间最大位移。

3 基本规定

3.0.1 装配整体式建筑在方案设计阶段,应协调建设、设计、构件制作、施工各方之间的关系,并应加强建筑、结构、设备、电气、装修等各专业之间密切配合。

3.0.2 装配整体式建筑的设计应符合现行国家标准《建筑模数协调统一标准》GB 50002 的规定。在满足建筑功能和结构安全要求的前提下,应遵循“模数协调一致、少规格、多组合”的设计原则。

3.0.3 装配整体式结构的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的基本要求,并应符合下列规定:

- 1 应采取有效措施加强结构的整体性;
- 2 装配整体式结构宜采用高强混凝土、高强钢筋;
- 3 装配整体式结构的节点和接缝应受力明确、构造可靠,并应满足承载力、延性和耐久性等要求;
- 4 应根据连接节点和接缝的构造方式和性能,确定结构的整体计算模型。

3.0.4 抗震设防的装配整体式结构,应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 确定抗震设防类别及抗震设防标准。

3.0.5 装配整体式结构应根据设防烈度、建筑高度及抗震等级选择适当的节点连接方式和构造措施。

3.0.6 装配整体式结构的拆分设计,应满足以下要求:

- 1 预制构件应符合模数协调原则,优化预制构件的尺寸、减少预制构件的种类;
- 2 应根据预制构件的功能和安装部位、加工制作及施工精度等要求,确定合理的公差;
- 3 预制构件的连接部位宜设置在结构受力较小的部位,连接

接缝构造应简单；

4 拆分后的预制构件应与施工吊装能力相适应,并便于施工安装,便于进行质量控制和验收。

3.0.7 预制构件的连接部位应满足建筑物物理性能的功能要求。预制外墙及其连接部位的保温、隔声和防潮性能应符合现行国家及山东省相关设计标准的规定。

3.0.8 预制构件深化设计应由相关单位完成,并由原设计单位确认,应满足建筑、结构、设备、电气等各专业和构件制作、运输、安装等各环节的综合要求。

4 材 料

4.1 混凝土

4.1.1 装配整体式结构中,混凝土的各项力学性能指标和有关结构耐久性的要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

4.1.2 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30,预制预应力构件混凝土的强度等级不宜低于 C40,且不应低于 C30;现浇混凝土的强度等级不应低于 C25。

4.2 钢筋及钢材

4.2.1 钢筋的各项力学性能指标均应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定;钢材的各项性能指标均应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

4.2.2 装配整体式结构中受力钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定,其中采用套筒灌浆连接和浆锚搭接连接的钢筋应采用热轧带肋钢筋,其屈服强度标准值不应大于 500MPa,极限强度标准值不应大于 630MPa。

4.2.3 钢材宜采用 Q235 等级 B、C、D 的碳素结构钢及 Q345 等级 B、C、D、E 的低合金高强度结构钢。

4.2.4 预制构件中采用的钢筋焊接网,应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。

4.2.5 受力预埋件的锚筋应采用 HRB400 或 HPB300,不应采用冷加工钢筋。

4.2.6 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 钢筋制作。预制构件脱模、翻转、吊装用内埋式螺母或内埋式吊杆及配套的吊具,应根据相应的产品标准和应用技术规定选用。

4.3 连接材料

4.3.1 钢筋套筒灌浆连接采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的规定;采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定;钢筋套筒灌浆连接接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中 I 级接头的性能要求,并应符合现行国家相关标准的规定。

4.3.2 钢筋浆锚搭接连接接头应采用水泥基灌浆料,灌浆料的物理、力学性能应满足表 4.3.2 的要求。

表 4.3.2 钢筋浆锚搭接连接接头用灌浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法标准
泌水率(%)		0	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
流动度(mm)	初始值	≥ 200	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	30min 保留值	≥ 150	
竖向膨胀率(%)	3h	≥ 0.02	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	24h 与 3h 的膨胀率之差	0.02 ~ 0.5	
抗压强度(MPa)	1d	≥ 35	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
	3d	≥ 55	
	28d	≥ 80	
最大氯离子含量(%)		0.06	《混凝土外加剂匀质性试验方法》 GB/T 8077

4.3.3 钢筋锚固板的材料应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

4.3.4 预制构件连接用预埋件、钢材、螺栓、锚栓、铆钉以及焊接材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 及行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等的规定。

4.3.5 夹心外墙板中,内外叶墙板的拉结件应符合下列规定:

1 金属及非金属材料拉结件均应具有规定的承载力、变形和耐久性能,并应经过试验验证;

2 拉结件应满足夹心外墙板的节能设计要求。

4.4 其他材料

4.4.1 外墙板接缝处的密封材料应符合下列规定:

1 密封胶应与混凝土具有相容性,以及规定的抗剪切和伸缩变形能力;密封胶尚应具有防霉、防水、防火、耐候等性能;

2 硅酮、聚氨酯、聚硫建筑密封胶应分别符合国家现行标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683、《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482、《聚硫建筑密封胶》JC/T 483 的规定。

4.4.2 夹心外墙板中的保温材料,其导热系数不宜大于 $0.040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,燃烧性能不应低于国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 - 2012 中 B_2 级的要求。

4.4.3 装配整体式建筑采用的室内装修材料应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 和《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 装配整体式建筑设计应符合建筑功能和性能要求,宜采用主体结构、装修和设备管线等装配化集成设计。

5.1.2 装配整体式建筑设计应符合相关模数协调标准的规定,采用基本模数或扩大模数的设计方法实现建筑构配件与建筑平立面的模数协调。

5.1.3 装配整体式建筑的围护结构以及楼梯、阳台、隔墙、空调板、管道井等配套构件宜采用工业化、标准化产品。

5.1.4 装配整体式建筑防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

5.1.5 装配整体式建筑节能设计应符合现行国家和山东省建筑节能设计标准的规定。

5.2 建筑设计

5.2.1 装配整体式建筑平面布置应符合建筑功能和结构设计要求,平面布置宜简单、规则。

5.2.2 墙、柱等竖向承重构件宜上、下连续。

5.2.3 门窗洞口宜上下对齐、成列布置,其平面位置和尺寸应满足结构受力及预制构件设计和制作要求;剪力墙结构体系不应设计转角窗且不宜设计凸窗。

5.2.4 装配整体式住宅建筑厨房和卫生间的设计宜符合现行行业标准《住宅整体厨房》JG/T 184 和《住宅整体卫浴间》JG/T 183 的规定,设备管线宜采用管井集中设置。

5.3 外墙板、内墙板设计

5.3.1 装配整体式建筑外墙板、内墙板与主体结构应有可靠连

接,并宜采用柔性连接。

5.3.2 预制外墙板、内墙板及接缝处理应满足保温、防火、隔声的要求。

5.3.3 装配整体式建筑外墙饰面宜结合外墙板整体设计,饰面材料宜结合当地条件,采用耐久、不易污染的材料。

5.3.4 预制外墙板的接缝及门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法,并应符合下列规定:

1 墙板水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造;

2 墙板竖缝可采用平口或槽口构造;

3 当板缝空腔需设置导水管排水时,板缝内侧应增设气密条密封构造;

4 缝内采用现场发泡聚氨酯填塞后用建筑密封胶密封。

5.3.5 门窗或独立装饰构配件应与墙体可靠连接。

5.3.6 空调板宜与阳台等悬挑构件合并或集中布置。

5.3.7 预制女儿墙板宜采用与下部墙板结构相同的分块方式和节点做法,女儿墙板内侧在要求的泛水高度处应设凹槽或其他泛水收头等构造。

5.4 装修、设备管线设计

5.4.1 装配整体式建筑采用的室内外装修材料应符合现行相关国家标准的规定。

5.4.2 装配整体式建筑室内外装修宜采用工厂化生产的标准构配件,减少施工现场的湿作业。

5.4.3 装配整体式建筑的部件之间、部件与设备之间的连接应采用标准化接口。

5.4.4 装配整体式建筑设备管线应进行综合设计,减少平面交叉;竖向管线宜集中布置,并应满足维修更换的要求。

5.4.5 装配整体式建筑应根据装修及设备的要求在构件中预留电气接口及吊挂配件的孔洞、沟槽。

5.4.6 装配整体式建筑宜采用同层排水设计,并结合房间净

高、楼板跨度、设备管线等因素确定降板方案。

5.4.7 竖向电气管线宜统一设置在预制板内或装饰墙面内,墙板内竖向电气管线布置应保持安全间距。

5.4.8 隔墙内预留有电气设施时,应采取有效措施满足隔声及防火的要求。

5.4.9 设备管线穿过楼板的部位,应采取防水、防火、隔声等措施。

5.4.10 设备管线宜与预制构件上的预埋件可靠连接。

5.4.11 当采用地面辐射供暖时,地面和楼板的设计应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的规定。

6 结构设计基本规定

6.1 一般规定

6.1.1 装配整体式结构可采用装配整体式框架结构、装配整体式剪力墙结构、装配整体式框架－现浇剪力墙结构及装配整体式部分框支剪力墙结构体系。各种结构体系房屋适用的最大高度应符合表 6.1.1 的规定。

表 6.1.1 装配整体式结构房屋的最大适用高度 (m)

结构类型	抗震设防烈度			
	6 度	7 度	8 度(0.2g)	8 度(0.3g)
装配整体式框架结构	60	50	40	25
装配整体式框架－现浇剪力墙结构	130	120	100	75
装配整体式剪力墙结构	130(120)	110(100)	90(80)	65(55)
装配整体式部分框支剪力墙结构	110(100)	90(80)	70(60)	35(25)

- 注： 1 房屋高度指室外地面到主要屋面的高度，不包括局部突出屋顶部分；
- 2 在规定的水平力作用下，装配整体式剪力墙结构和装配整体式部分框支剪力墙结构中，当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 50% 时，最大适用高度应适当降低；当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 80% 时，应取括号中数值；
- 3 当结构中仅采用叠合梁、板构件，而竖向承重构件全部现浇时，其最大适用高度同现浇结构。

6.1.2 高层装配整体式结构的高宽比不宜超过表 6.1.2 的数值。

表 6.1.2 高层装配整体式结构适用的最大高宽比

结构类型	抗震设防烈度	
	6 度、7 度	8 度
装配整体式框架结构	4	3
装配整体式框架－现浇剪力墙结构	6	5
装配整体式剪力墙结构	6	5

6.1.3 装配整体式结构构件应根据抗震设防类别、设防烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级,并应符合相应的计算和构造措施要求。标准设防类装配整体式结构抗震等级应按表 6.1.3 确定。

表 6.1.3 标准设防类装配整体式结构的抗震等级

结构类型		抗震设防烈度						
		6 度		7 度		8 度		
装配整体式 框架结构	高度(m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	
	框架	四	三	三	二	二	一	
	大跨度框架	三		二		一		
装配整体式 框架-现浇 剪力墙结构	高度(m)	≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60	>60	≤24	>24 且 ≤60
	框架	四	三	四	三	二	三	二
	剪力墙	三	三	三	二	二	二	一
装配整体式 剪力墙结构	高度(m)	≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二
装配整体式 部分框支剪 力墙结构	高度	≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70
	现浇框 支框架	二	二	二	二	一	一	一
	底部加强部 位剪力墙	三	二	三	二	一	二	一
	其他区域 剪力墙	四	三	四	三	二	三	二

注：大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

6.1.4 重点设防类装配整体式结构应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施;当本地区抗震设防烈度为 8 度且抗震等级为一级时,应采取比一级更高的抗震措施;当建筑场地为 I 类时,仍可按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。

6.1.5 装配整体式混凝土结构的平面布置应符合下列规定:

1 平面宜简单、规则、对称,质量、刚度分布宜均匀,不应采用

严重不规则的平面布置；

2 平面长度不宜过长(图 6.1.5),长宽比(L/B)宜按表 6.1.5采用；

3 平面突出部分的长度 l 不宜过大、宽度 b 不宜过小(图 6.1.5), $l/B_{\max}$ 、 l/b 宜按表 6.1.5 采用；

4 建筑平面不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

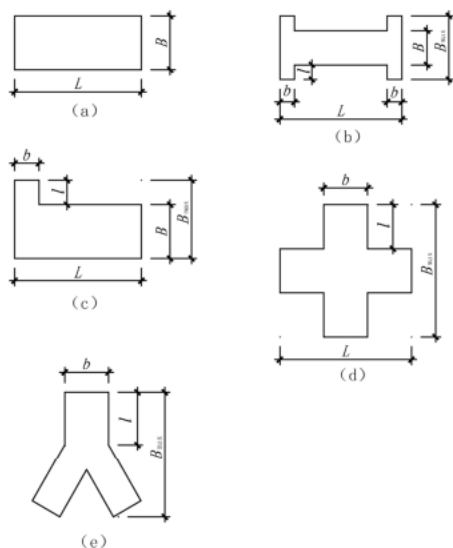


图 6.1.5 建筑平面示例

表 6.1.5 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值

设防烈度	L/B	$l/B_{\max}$	l/b
6、7 度	≤ 6.0	≤ 0.35	≤ 2.0
8 度	≤ 5.0	≤ 0.30	≤ 1.5

6.1.6 装配整体式结构竖向布置宜规则、连续、均匀。竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料宜自下而上逐渐减小,避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力突变,并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。

- 6.1.7** 特别不规则的建筑应采用现浇结构。
- 6.1.8** 装配整体式结构中的穿层柱、跃层柱、斜柱应采用现浇混凝土。
- 6.1.9** 装配整体式结构的楼盖宜采用叠合楼盖。装配整体式结构中,下列部位楼盖宜采用现浇混凝土:
- 1 结构顶层、地下室顶层;
 - 2 作为上部结构嵌固部位的地下室楼层及其相关范围;
 - 3 结构体型收进处的楼层及相邻上、下各一层;
 - 4 平面复杂或开洞较大的楼层;
 - 5 斜柱上、下端周围局部楼盖。
- 6.1.10** 高层装配整体式结构应符合下列规定:
- 1 宜设置地下室,地下室宜采用现浇混凝土;
 - 2 剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土,抗震设防烈度为 8 度时应采用现浇混凝土;
 - 3 抗震设防烈度为 8 度时,剪力墙结构中的电梯井筒宜采用现浇混凝土;
 - 4 框架结构首层柱应采用现浇混凝土。
- 6.1.11** 装配整体式部分框支剪力墙结构,底部框支层不宜超过 2 层,且框支层及相邻上一层应采用现浇结构。
- 6.1.12** 装配整体式结构伸缩缝的最大间距应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

6.2 结构分析

- 6.2.1** 装配整体式混凝土结构,可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时,地震设计状况下宜对现浇抗侧力构件在地震作用下的弯矩和剪力进行适当放大。
- 6.2.2** 装配整体式结构的内力和变形计算可采用弹性方法。
- 6.2.3** 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大位移与层高之比的限值应按表 6.2.3 采用。

表 6.2.3 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构类型	$\Delta u/h$ 限值
装配整体式框架结构	1/550
装配整体式框架 - 现浇剪力墙结构	1/800
装配整体式剪力墙结构 装配整体式部分框支剪力墙结构	1/1000

6.2.4 当进行结构内力与位移计算时,对现浇楼盖和叠合楼盖,均可假定楼盖在其自身平面内无限刚性;楼面梁的刚度可计入翼缘作用予以增大。

6.3 框架结构设计

6.3.1 装配整体式框架结构除本规程另有规定外,可按现浇混凝土框架结构进行设计。

6.3.2 装配整体式框架结构中,预制柱水平接缝处不宜出现拉应力。

6.4 剪力墙结构设计

6.4.1 装配整体式剪力墙结构抗震设计时,当同一层内既有预制墙肢又有现浇墙肢时,在水平地震作用下按弹性计算的现浇墙肢弯矩、剪力宜乘以不小于 1.1 的增大系数。

6.4.2 装配整体式剪力墙结构的布置应符合下列要求:

1 平面形状宜简单、规则,平面布置宜对称,应沿两个主轴方向布置剪力墙;

2 墙肢截面宜简单、规则。预制剪力墙的门窗洞口宜上下对齐、成列布置,形成明确的墙肢和连梁,洞口设置应避免使两侧墙肢刚度相差悬殊。

6.4.3 抗震设计时,高层装配整体式剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙;抗震设防烈度为 8 度时,不宜采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构。当采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时,应符合下列规定:

1 在规定的水平地震作用下,短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不应大于结构底部总地震倾覆力矩的 50% ;

2 房屋适用高度应比本规程表 6.1.1 规定的装配整体式剪力墙结构的最大适用高度适当降低,抗震设防烈度为 7 度和 8 度时宜分别降低 20m。

注: **1** 短肢剪力墙是指截面厚度不大于 300mm、各肢截面高度与厚度之比的最大值大于 4 但不大于 8 的剪力墙;

2 具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构是指,在规定的水平地震作用下,短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不小于结构底部总地震倾覆力矩的 30% 的剪力墙结构。

7 构件及连接设计

7.1 一般规定

7.1.1 装配整体式结构中预制结构构件及节点应根据结构整体分析的结果,进行承载力极限状态及正常使用极限状态设计,并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等有关规定。

7.1.2 抗震设计时,装配整体式结构中预制构件及节点的承载力抗震调整系数应按表 7.1.2 采用。当仅考虑竖向地震作用组合时,承载力抗震调整系数应取 1.0。预埋件锚筋截面计算的承载力抗震调整系数应取 1.0。

表 7.1.2 构件及节点承载力抗震调整系数 γ_{RE}

结构构件类别	正截面 承载力计算					斜截面承载力计算	受冲切承载力 计算、接缝受剪 承载力计算
	受弯构件	偏心受压柱		偏心受拉构件	剪力墙	各类构件及框架节点	
		轴压比 小于 0.15	轴压比 不小于 0.15				
γ_{RE}	0.75	0.75	0.8	0.85	0.85	0.85	0.85

7.1.3 预制构件节点及接缝处后浇混凝土强度等级不应低于预制构件的设计混凝土强度等级。

7.1.4 预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理,并应符合耐久性要求。

7.2 预制构件设计

7.2.1 预制构件的设计应符合下列规定:

1 对持久设计状况,应对预制构件进行承载力、变形、裂缝控制验算;

2 对地震设计状况,应对预制构件进行承载力验算;

3 对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件验算,应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

7.2.2 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等各工况施工验算时,应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值;预制构件进行脱模验算时,等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数与脱模吸附力之和,且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定:

1 构件运输、吊运时,动力系数宜取 1.5;构件翻转及安装过程中就位、临时固定时,动力系数可取 1.2;

2 构件脱模时,动力系数不宜小于 1.2,脱模吸附力应根据构件或模具的实际状况取用,且不宜小于 1.5kN/m^2 ;

3 当有可靠经验时,动力系数和脱模吸附力可根据实际受力状况和安全情况适当增减。

7.2.3 预制构件钢筋的混凝土保护层厚度除应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求外,尚应满足相关规范的防火要求;当构件的混凝土保护层厚度大于 50mm 时,宜对保护层采取有效的防裂构造措施。

7.2.4 应合理选择吊装机具及吊点的数量和位置,使预制构件在脱模、吊装、运输及安装阶段满足设计要求。

7.2.5 预制构件中预埋件的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等有关规定。

7.2.6 预制构件中外露预埋件凹入表面的深度不宜小于 10mm。

7.3 连接设计

7.3.1 装配整体式结构中,接缝的受剪承载力应按下列公式进行计算:

1 持久设计状况:

$$\gamma_0 V_{jd} \leq V_u \quad (7.3.1-1)$$

2 地震设计状况:

$$V_{jdE} \leq V_{uE}/\gamma_{RE} \quad (7.3.1-2)$$

在梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位,尚应符合下式要求:

$$\eta_j V_{mua} \leq V_{uE} \quad (7.3.1-3)$$

式中: γ_0 —— 结构重要性系数,安全等级为一级时不应小于 1.1,安全等级为二级时不应小于 1.0;

V_{jd} —— 持久设计状况下接缝剪力设计值;

V_{jdE} —— 地震设计状况下接缝剪力设计值;

V_u —— 持久设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值;

V_{uE} —— 地震设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值;

V_{mua} —— 被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值;

η_j —— 接缝受剪承载力增大系数,抗震等级为一、二级取 1.2,抗震等级为三、四级取 1.1。

7.3.2 装配整体式结构中,接缝的受剪承载力设计值应按照本规程 7.5~7.7 节的规定进行计算。

7.3.3 装配整体式结构中,接缝的受压、受拉及受弯承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

7.3.4 装配整体式结构中,节点及接缝处的钢筋连接宜根据受力特点及施工工艺要求选用套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、机械连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式,并应符合下列规定:

1 预制框架柱的纵向钢筋连接宜采用套筒灌浆连接;

2 预制剪力墙边缘构件的竖向钢筋连接宜采用套筒灌浆连接,预制剪力墙其他部位的竖向钢筋连接可采用套筒灌浆连接、浆锚搭接连接。

7.3.5 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时,应符合下列规定:

1 预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 15mm,预制柱中钢筋接头处套筒外侧箍筋的混凝土保护层厚度不应小于 20mm;

2 套筒之间的净距不应小于套筒外径与 40mm 的较小值。

7.3.6 纵向钢筋采用浆锚搭接连接时,对预留孔成孔工艺、孔道形状和长度、构造要求、灌浆料和被连接钢筋,应进行力学性能以及适用性的试验验证。直径大于 20mm 的纵向钢筋不宜采用浆锚搭接连接;直接承受动力荷载构件的纵向钢筋不应采用浆锚搭接连接。

7.3.7 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、座浆材料的结合面应设置粗糙面、键槽,并应符合下列规定:

1 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面;

2 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面;预制梁端面应设置键槽(图 7.3.7)且宜设置粗糙面。键槽的尺寸和数量应按本规程第 7.5.2 条的规定计算确定;键槽的深度 t 不宜小于 30mm,宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍;键槽可贯通截面,当不贯通时槽口距离截面边缘不宜小于 50mm;键槽间距宜等于键槽宽度;键槽端部斜面倾角不宜大于 30° ;

3 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面;侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面,也可设置键槽;键槽深度 t 不宜小于 20mm,宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍,键槽间距宜等于键槽宽度,键槽端部斜面倾角不宜大于 30° ;

4 预制柱的底部应设置键槽且宜设置粗糙面,键槽应均匀布置,键槽深度不宜小于 30mm,键槽端部斜面倾角不宜大于 30° 。柱顶应设置粗糙面;

5 粗糙面的面积不宜小于结合面的 80%,预制板顶面的粗糙面凹凸深度不应小于 4 mm,预制梁顶、预制梁端、预制柱端、预制墙端及墙侧的粗糙面凹凸深度不应小于 6mm。

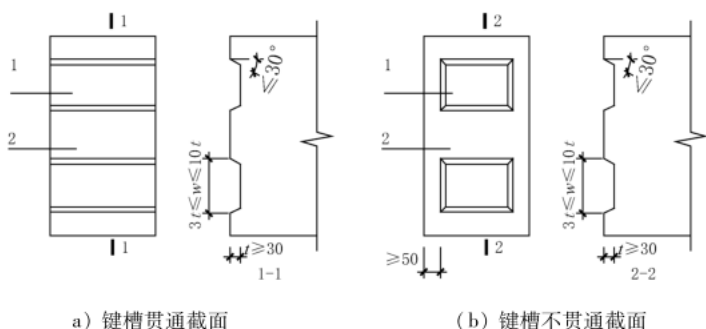


图 7.3.7 梁端键槽构造示意

1—键槽;2—梁端面

7.3.8 预制构件纵向钢筋在后浇混凝土内宜直线锚固;当直线锚固长度不足时,可采用弯折、机械锚固等方式,并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

7.3.9 应对连接件、焊缝、螺栓或铆钉等紧固件在不同设计状况下的承载力进行验算,并应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《钢结构焊接规范》GB 50661 等的规定。

7.3.10 连接节点应采取可靠的防腐蚀措施,其耐久性应满足工程设计年限的要求。所有外露金属件,包括连接件和预埋件的设计均应考虑环境类别的影响,并进行防腐防锈处理。有防火要求的连接件应采取防火措施。

7.3.11 预制构件的制作精度和连接部位构造处理,应与连接方式相适应。预制构件尺寸、连接筋、预留孔洞及预埋件等位置应准确,精度高,并应符合相关规范的要求。

7.4 叠合板

7.4.1 叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行设计,并应符合下列规定:

1 叠合板的后浇混凝土叠合层厚度不应小于 60mm;预制带肋底

板的底板厚度不应小于 30mm ,其他预制底板厚度不宜小于 60mm;

2 跨度大于 3.6m 的叠合板宜采用桁架钢筋混凝土叠合板或预制带肋底板混凝土叠合板;

3 跨度大于 6m 的叠合板,宜采用预制预应力底板混凝土叠合板;

4 板厚大于 180mm 的叠合板,宜采用混凝土空心叠合板。当叠合板的预制板采用空心板时,板两端空腔应封堵。

7.4.2 叠合板可根据预制板接缝构造、支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。当预制板之间采用分离式接缝(图 7.4.2a)时,宜按单向板设计。对长宽比不大于 3 的四边支承叠合板,当其预制板之间采用整体式接缝(图 7.4.2b)或无接缝(图 7.4.2c)时,可按双向板设计。

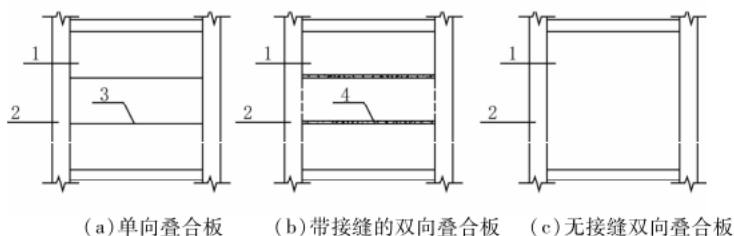


图 7.4.2 叠合板的预制板布置形式示意

1—预制板;2—梁或墙;3—板侧分离式接缝;4—板侧整体式接缝

7.4.3 叠合板支座处的纵向钢筋应符合下列规定:

1 叠合板的预制底板端部宜预留胡子筋,板端支座处预制板内的纵向受力钢筋宜从板端伸出并锚入支承梁或墙的后浇混凝土中,锚固长度不应小于 $5d$ (d 为纵向受力钢筋直径),且宜伸过支座中心线(图 7.4.3-1);

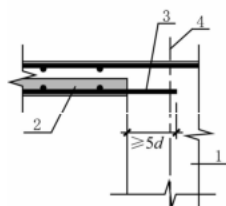
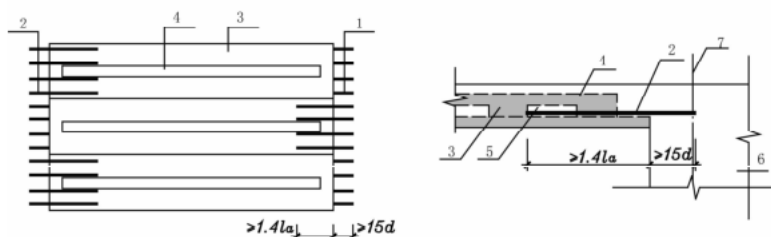


图 7.4.3-1 叠合板端支座构造示意

1—支承梁或墙;2—预制板;3—纵向受力钢筋;4—支座中心线

2 叠合板采用预制带肋底板时,预制带肋底板内纵向受力钢筋在支座处的锚固宜符合第 1 款的要求;若预留胡子筋影响带肋底板铺板施工时,可在一端不预留胡子筋,并在不预留胡子筋一端紧邻预制板顶面设置等代附加钢筋代替胡子筋,附加钢筋应沿板端交错布置(图 7.4.3-2a),等代附加钢筋间距不应大于 200mm,伸入板的后浇混凝土叠合层内长度不应小于 $1.4l_a$ 且应伸过预制板板肋端部预留孔洞尽端,在支座内锚固长度不应小于 $15d$ (d 为连接钢筋直径)且应伸过支座中心线(图 7.4.3-2b);



a) 附加钢筋板端平面布置

(b) 附加钢筋锚固构造

图 7.4.3-2 预制带肋底板叠合板端支座构造示意

1—胡子筋;2—附加钢筋;3—预制带肋底板;4—板肋;

5—预留孔洞;6—支承梁或墙;7—支座中心线

3 单向叠合板的板侧支座处,当预制板内的板底分布钢筋伸入支承梁或墙的后浇混凝土中时,应符合本条第 1 款的要求;当板底分布钢筋不伸入支座时,宜在紧邻预制板顶面设置附加钢筋,附加钢筋截面面积不宜小于预制板内的同向分布钢筋面积,间距不

宜大于 600mm,在板的后浇混凝土叠合层内锚固长度不应小于 $15d$,在支座内锚固长度不应小于 $15d$ (d 为附加钢筋直径)且宜伸过支座中心线(图 7.4.3-3)。

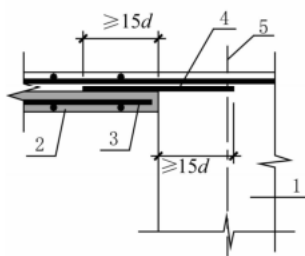


图 7.4.3-3 叠合板侧支座构造示意

1—支承梁或墙;2—预制板;3—纵向受力钢筋;4—附加钢筋;5—支座中心线

7.4.4 单向叠合板板侧的分离式接缝宜配置附加钢筋(图 7.4.4),并应符合下列规定:

1 接缝处紧邻预制板顶面宜设置垂直于板缝的附加钢筋,附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度不应小于 $15d$ (d 为附加钢筋直径);

2 附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向钢筋面积,钢筋直径不宜小于 6mm、间距不宜大于 250mm。

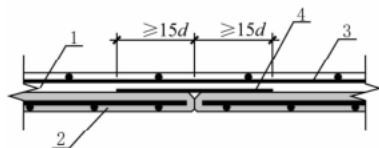


图 7.4.4 单向叠合板侧分离式拼缝构造示意

1—后浇混凝土叠合层;2—预制板;3—后浇层内钢筋;4—附加钢筋

7.4.5 双向叠合板板侧的整体式接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上且宜避开最大弯矩截面。

7.4.6 叠合板可采用后浇带形式实现整体式接缝,并应符合下列规定:

1 后浇带宽度不宜小于 200mm;

2 后浇带两侧板底纵向受力钢筋可在后浇带中焊接、搭接连接、弯折锚固；

3 当后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中弯折锚固时(图 7.4.6)应符合下列规定：

1) 叠合板厚度不应小于 $10d$ ，且不应小于 120mm (d 为弯折钢筋直径的较大值)；

2) 接缝处预制板侧伸出的纵向受力钢筋应在后浇混凝土层叠合内锚固，且锚固长度不应小于 l_a ；两侧钢筋在接缝处重叠的长度不应小于 $10d$ ，钢筋弯折角度不应大于 30° ，弯折处沿接缝方向应配置不少于 2 根通长构造钢筋，且直径不应小于 6mm 。

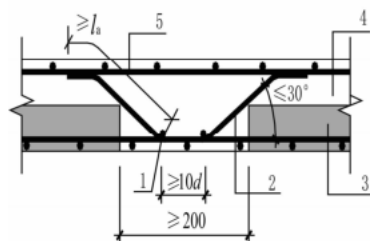


图 7.4.6 采用后浇带形式的板侧整体式接缝构造示意

1—通长构造钢筋；2—纵向受力钢筋；3—预制板；4—后浇混凝土叠合层；

5—后浇层内钢筋

7.4.7 桁架钢筋混凝土叠合板应满足下列要求：

1 桁架钢筋应沿主要受力方向布置；

2 桁架钢筋距板边不应大于 300mm ，间距不宜大于 600mm ；

3 桁架钢筋弦杆钢筋直径不宜小于 8mm ，腹杆钢筋直径不应小于 4mm ；

4 桁架钢筋弦杆混凝土保护层厚度不应小于 15mm 。

7.4.8 预制带肋底板混凝土叠合板应满足以下要求：

1 预制底板的板肋及预留孔洞的宽度和高度应满足施工阶段承载力、刚度要求；

2 孔边中心与板端的距离 l_1 不宜小于 250mm ，肋端与板端

的距离 l_2 不宜大于 40mm, 预留孔洞的宽度 l_4 不应大于 2 倍预留孔内的净距 l_3 (图 7.4.8);

3 叠合板的厚度不宜小于 110mm, 且不应小于 90mm。叠合层混凝土的厚度不宜小于 80mm, 且不应小于 60mm; 高度超过 50m 的房屋采用叠合楼板时, 叠合层混凝土厚度不应小于 80mm, 板肋上方混凝土的厚度不应小于 25mm。

当叠合楼板跨度小于等于 6.6m 时, 实心平板的厚度 h_2 不应小于 30mm; 当叠合楼板跨度大于 6.6m 时, 实心平板的厚度 h_2 不应小于 40mm。

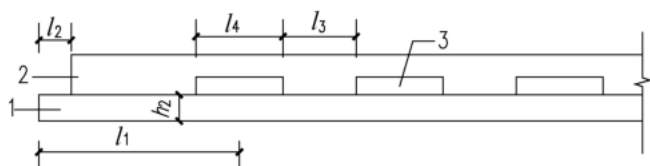


图 7.4.8 预制带肋底板侧面形式示意

1—实心平板; 2—板肋; 3—预留孔洞

7.4.9 未设置桁架钢筋或未采用预制带肋底板的叠合板, 在下列情况下, 预制底板与后浇混凝土叠合层之间应设置抗剪构造钢筋:

- 1 单向叠合板跨度大于 4.0m 时, 距支座 $1/4$ 跨范围内;
- 2 双向叠合板短向跨度大于 4.0m 时, 距四边支座 $1/4$ 短跨范围内;
- 3 悬挑叠合板;
- 4 悬挑板的上部纵向受力钢筋在相邻叠合板的后浇混凝土锚固范围内。

7.4.10 叠合板的预制板与后浇混凝土叠合层之间设置的抗剪构造钢筋应符合下列规定:

- 1 抗剪构造钢筋宜采用马镫形状, 间距不宜大于 400mm, 钢筋直径 d 不应小于 6mm;
- 2 马镫钢筋宜伸到叠合板上、下部纵向钢筋处, 预埋在预制板内的总长度不应小于 $15d$, 水平段长度不应小于 50mm。

7.4.11 阳台板、空调板宜采用预制构件或预制叠合构件。当采用预制叠合构件时,负弯矩钢筋应可靠锚固在邻近叠合板的后浇层中。

7.5 叠合梁

7.5.1 叠合梁(包括预制构件和现浇层)应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行设计。

7.5.2 叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算:

1 持久设计状况

$$V_u = 0.07f_c A_{cl} + 0.10f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_u f_y} \quad (7.5.2-1)$$

2 地震设计状况

$$V_{uE} = 0.04f_c A_{cl} + 0.06f_c A_k + 1.65A_{sd} \sqrt{f_u f_y} \quad (7.5.2-2)$$

式中: A_{cl} —— 叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积;

f_c —— 预制构件混凝土轴心抗压强度设计值;

f_y —— 垂直穿过结合面钢筋的抗拉强度设计值;

A_k —— 各键槽的根部截面面积(图 7.5.2)之和,按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算,并取二者的较小值;

A_{sd} —— 垂直穿过结合面所有钢筋的面积,包括叠合层内的纵向钢筋。

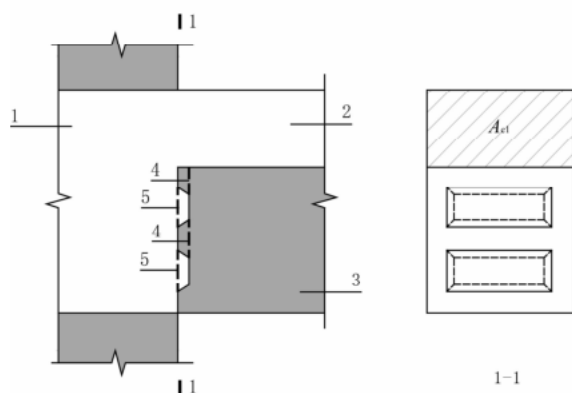


图 7.5.2 叠合梁端部抗剪承载力计算参数示意

1—后浇节点区;2—后浇混凝土叠合层;3—预制梁;4—预制键槽根部截面;
5—后浇键槽根部截面

7.5.3 叠合梁预制部分可采用矩形或凹口截面形式,框架梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于 150mm(图 7.5.3),次梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于 120mm;当采用凹口截面预制梁时(图 7.5.3b),凹口深度不宜小于 50mm,凹口边厚度不宜小于 60mm。

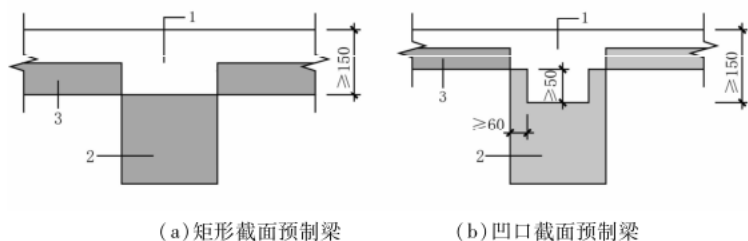


图 7.5.3 叠合框架梁截面示意

1—后浇混凝土叠合层;2—预制梁;3—预制板

7.5.4 叠合梁的箍筋可采用整体封闭箍筋或组合封闭箍筋的形式,箍筋配置应符合以下规定:

1 抗震等级为一、二级的叠合框架梁的梁端箍筋加密区宜采用整体封闭箍筋(图 7.5.4a);

2 组合封闭箍筋 (图 7.5.4b) 的开口箍筋上方应做成 135° 弯钩;非抗震设计时,弯钩端头平直段长度不应小于 $5d$ (d 为箍筋直径);抗震设计时,平直段长度不应小于 $10d$ 。现场应采用箍筋帽封闭开口箍,箍筋帽末端应做成 135° 弯钩;非抗震设计时,弯钩端头平直段长度不应小于 $5d$;抗震设计时,平直段长度不应小于 $10d$ 。

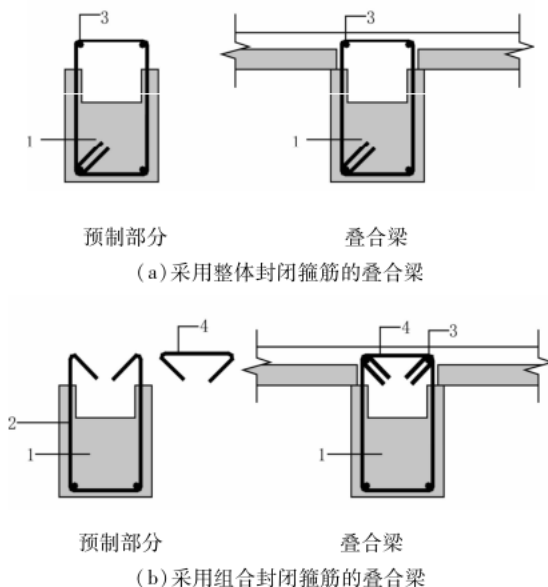


图 7.5.4 叠合梁箍筋构造示意

1— 预制梁;2— 开口箍筋;3— 上部纵向钢筋;4— 箍筋帽

7.5.5 叠合梁的梁梁拼接节点宜在受力较小截面,采用对接连接 (图 7.5.5) 时,应符合下列规定:

1 连接处应设置后浇段,后浇段的长度应满足梁下部纵向钢筋连接作业的空间需求;

2 梁下部纵向钢筋在后浇段内宜采用机械连接或焊接连接;上部纵向钢筋应在后浇段内连续;

3 后浇段内的箍筋应加密,箍筋间距不应大于 $5d$ (d 为纵向钢筋直径),且不应大于 100mm 。

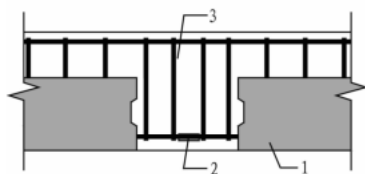


图 7.5.5 叠合梁连接节点示意

1—预制梁;2—钢筋连接接头;3—后浇段

7.5.6 叠合梁主梁和次梁采用在主梁上设后浇段连接时,次梁下部纵向钢筋应在主梁后浇段内锚固,上部钢筋在中间节点处应在后浇层内连续贯通,在端节点处后浇层内根据设计要求(铰接或刚接)锚固。钢筋锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的有关规定;当采用锚固板时,钢筋锚固长度应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 中的有关规定。

主梁和次梁的连接也可不设后浇段,通过在叠合主梁预制部分设型钢连接件与次梁连接,型钢连接件应根据主次梁竖向接缝处抗剪承载力要求确定。

7.6 预制框架柱及梁柱节点

7.6.1 对一、二、三级抗震等级的装配整体式框架,应进行梁柱节点核心区抗震受剪承载力验算;对四级抗震等级可不验算。梁柱节点核心区受剪承载力抗震验算和构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的有关规定。

7.6.2 在地震设计状况下,预制柱底水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算:

当预制柱受压时:

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65A_{sd} \sqrt{f_w f_y} \quad (7.6.2-1)$$

当预制柱受拉时:

$$V_{uE} = 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y \left(1 - \frac{N}{A_{sd}f_y}\right)^2} \quad (7.6.2-2)$$

- 式中：
- f_c —— 预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；
 - f_y —— 垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；
 - N —— 与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值，取绝对值进行计算；
 - A_{sd} —— 垂直穿过结合面所有钢筋的面积；
 - V_{uE} —— 地震设计状况下接缝受剪承载力设计值。

7.6.3 预制柱的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求，并应符合下列规定：

- 1 柱纵向受力钢筋直径不宜小于 20mm；
- 2 矩形柱截面宽度或圆柱直径不宜小于 400mm，且不宜小于同方向梁宽的 1.5 倍；
- 3 预制柱采用套筒灌浆连接时，柱箍筋加密区长度不应小于纵向受力钢筋连接区域长度与 500mm 之和；套筒上端第一个箍筋距离套筒顶部不应大于 50mm（图 7.6.3）。

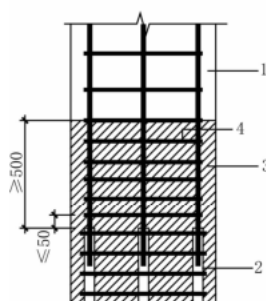


图 7.6.3 钢筋采用套筒灌浆连接时柱底箍筋加密区域构造示意

1—预制柱；2—套筒灌浆连接接头；3—箍筋加密区（阴影区域）；4—加密区箍筋

7.6.4 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架中，柱底接缝宜设置在楼面标高处（图 7.6.4），并应符合下列规定：

- 1 后浇节点区混凝土上表面应设置粗糙面；

- 2 下柱纵向钢筋向上贯穿现浇节点区；
- 3 柱底接缝厚度宜为 20mm, 并应采用灌浆料填实。

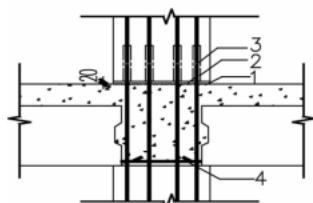


图 7.6.4 预制柱底接缝构造示意

1—后浇节点区上表面粗糙面;2—接缝灌浆层;3—柱纵筋连接;4—梁钢筋锚固

7.6.5 梁、柱纵向钢筋在后浇节点区内采用直线锚固、弯折锚固或机械锚固的方式时,其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的有关规定;当梁、柱纵向钢筋采用锚固板时,应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 中的有关规定。

7.6.6 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点,梁纵向受力钢筋应伸入后浇节点区内锚固或连接,并应符合下列规定:

1 对框架中间层中节点,节点两侧的梁下部纵向受力钢筋宜锚固在后浇节点区内(图 7.6.6-1a),也可采用机械连接或焊接的方式直接连接(图 7.6.6-1b);梁的上部纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区;

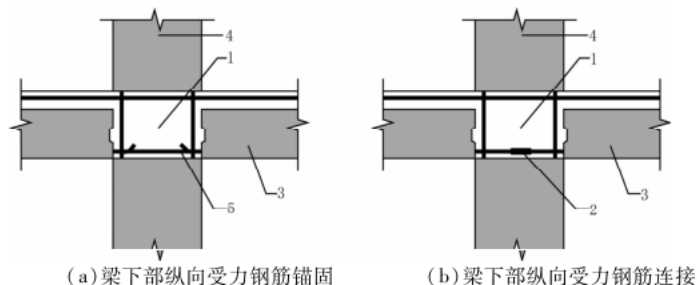


图 7.6.6-1 预制柱及叠合梁框架中间层中节点构造示意

1—后浇区;2—下部纵向受力钢筋连接;3—预制梁;4—预制柱;
5—下部纵向受力钢筋锚固

2 对框架中间层端节点,当柱截面尺寸不能满足梁纵向受力钢筋的直线锚固要求时,宜采用锚固板锚固(图 7.6.6-2),也可采用 90° 弯折锚固;

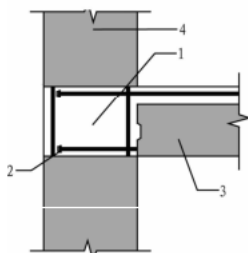


图 7.6.6-2 预制柱及叠合梁框架中间层端节点构造示意

1—后浇区;2—梁纵向受力钢筋锚固;3—预制梁;4—预制柱

3 对框架顶层中节点,梁纵向受力钢筋的构造应符合本条第 1 款的规定。柱纵向受力钢筋宜采用直线锚固;当梁截面尺寸不能满足直线锚固要求时,宜采用锚固板锚固(图 7.6.6-3);

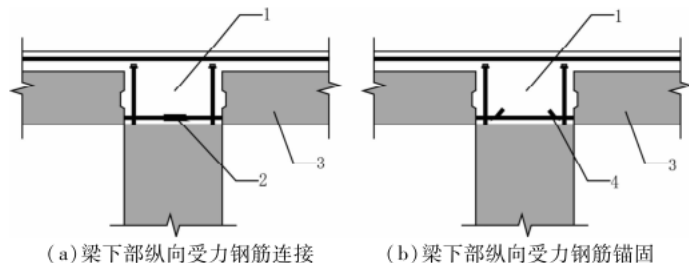


图 7.6.6-3 预制柱及叠合梁框架顶层中节点构造示意

1—后浇区;2—下部纵向受力钢筋连接;3—预制梁;4—下部纵向受力筋锚固

4 对框架顶层端节点,梁下部纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内,且宜采用锚固板的锚固方式;梁、柱其他纵向受力钢筋的锚固应符合下列规定:

1) 柱宜伸出屋面并将柱纵向受力钢筋锚固在伸出段内(图 7.6.6-4a),伸出段长度不宜小于 500mm,伸出段内箍筋间距不应大于 $5d$ (d 为柱纵向受力钢筋直径),且不应大于 100mm;柱纵向

钢筋宜采用锚固板锚固,锚固长度不应小于 $40d$;梁上部纵向受力钢筋宜采用锚固板锚固;

2) 柱外侧纵向受力钢筋也可与梁上部纵向受力钢筋在后浇节点区搭接(图 7.6.6-4b),其构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的规定;柱内侧纵向受力钢筋宜采用锚固板锚固。

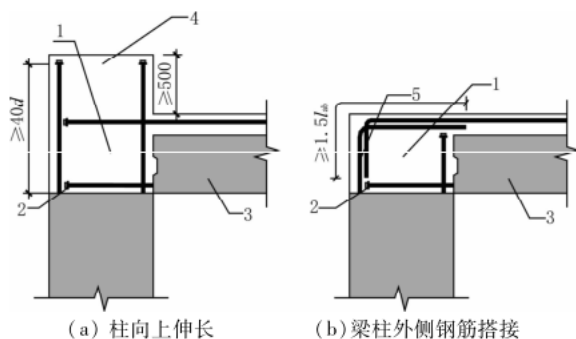


图 7.6.6-4 预制柱及叠合梁框架顶层边节点构造示意

1—后浇区;2—纵向受力钢筋锚固;3—预制梁;4—柱延伸段;5—梁柱外侧钢筋搭接

7.6.7 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点,梁下部纵向受力钢筋也可伸至节点区外的后浇段内连接(图 7.6.7),连接接头与节点区的距离不应小于 $1.5h_0$ (h_0 为梁截面有效高度)。

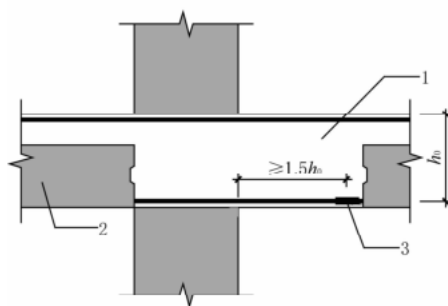


图 7.6.7 梁纵向钢筋在节点区外的后浇段内连接示意

1—后浇段;2—预制梁;3—纵向受力钢筋连接

7.6.8 现浇柱与叠合梁组成的框架节点中,梁纵向钢筋的连接与

锚固应符合本规程第 7.6.5 ~ 7.6.7 条的规定。

7.7 预制剪力墙

7.7.1 预制剪力墙的墙肢截面设计及构造要求,除本章特别规定外应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 及行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的相关规定。

7.7.2 预制剪力墙宜采用一字形,也可采用 L 形、T 形或 U 形;预制墙板洞口宜居中布置,洞口两侧的墙肢宽度不应小于 200mm,洞口上方连梁高度不宜小于 250mm。

7.7.3 预制剪力墙连梁部位及其钢筋锚固部位不宜开洞;当必须开洞时,洞口宜预埋钢套管,洞口上、下截面的有效高度不宜小于梁高的 $1/3$,且不宜小于 200mm;被洞口削弱的连梁截面应进行承载力验算,洞口处应配置补强纵向钢筋和箍筋,补强纵向钢筋的直径不应小于 12mm。

7.7.4 预制剪力墙开有边长小于 800mm 的洞口、且在结构整体计算中不考虑其影响时,应沿洞口周边配置补强钢筋;补强钢筋的直径不应小于 12mm,截面面积不应小于同方向被洞口截断的钢筋面积;该钢筋自孔洞边角算起伸入墙内的长度,非抗震设计时不应小于 l_a ,抗震设计时不应小于 l_{aE} (图 7.7.4)。

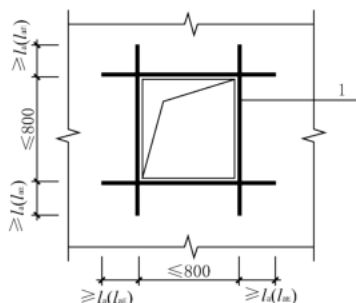


图 7.7.4 预制剪力墙洞口补强钢筋配置示意

1—洞口补强钢筋

7.7.5 端部无边缘构件的预制剪力墙,宜在端部配置2根直径不小于12mm的竖向构造钢筋;沿该钢筋竖向应配置拉筋,拉筋直径不宜小于6mm、间距不宜大于250mm。

7.7.6 当采用套筒灌浆连接时,自套筒底部至套筒顶部并向上延伸300mm范围内,预制剪力墙的水平分布筋应加密(图7.7.6),加密区水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表7.7.6的规定,套筒上端第一道水平分布钢筋距离套筒顶部不应大于50mm。

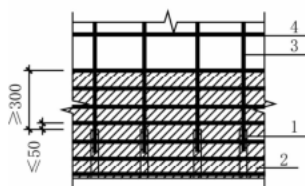


图 7.7.6 钢筋套筒灌浆连接部位水平分布钢筋的加密构造示意

1—灌浆套筒;2—水平分布钢筋加密区域(阴影区域);3—竖向钢筋;4—水平分布钢筋

表 7.7.6 加密区水平分布钢筋的要求

抗震等级	最大间距(mm)	最小直径(mm)
一、二级	100	8
三、四级	150	8

7.7.7 当预制剪力墙外墙采用夹心保温墙板时,应满足下列要求:

1 外叶墙板厚度不应小于50mm,且外叶墙板应与内叶墙板可靠连接;

2 夹心墙板的夹层厚度不宜大于120mm;

3 内叶墙板应按剪力墙进行设计。

7.7.8 楼层内相邻预制剪力墙之间应采用整体式接缝连接,且应符合下列规定:

1 当接缝位于纵横墙交接处的约束边缘构件区域时,约束边缘构件的阴影区域(图7.7.8-1)宜全部采用后浇混凝土,并应在后浇段内设置封闭箍筋;

2 当接缝位于纵横墙交接处的构造边缘构件区域时,构造边缘构件宜全部采用后浇混凝土(图7.7.8-2);当仅在一面墙上设

置后浇段时,后浇段的长度不宜小于 300mm(图 7.7.8-3);

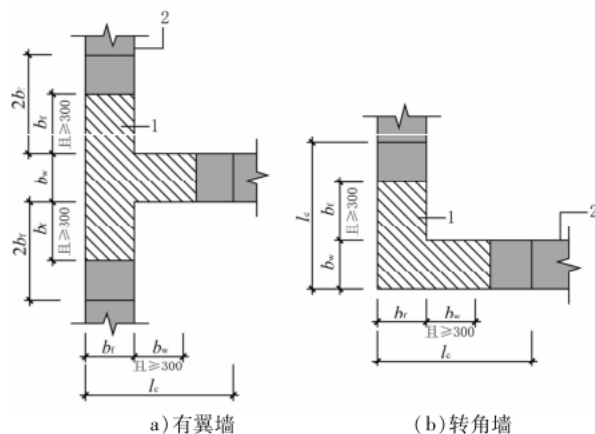


图 7.7.8-1 约束边缘构件阴影区域全部后浇构造示意

l_c —约束边缘构件沿墙肢的长度

1—后浇段;2—预制剪力墙

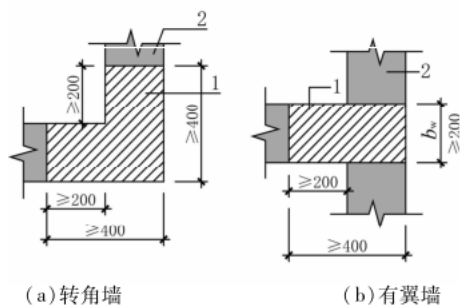


图 7.7.8-2 构造边缘构件全部后浇构造示意(阴影区域为构造边缘构件范围)

1—后浇段;2—预制剪力墙

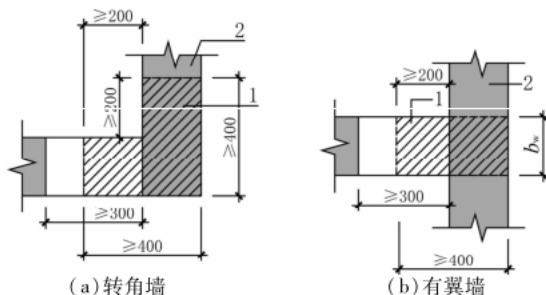


图 7.7.8-3 构造边缘构件部分现浇构造示意
(阴影区域为构造边缘构件范围)

1—后浇段;2—预制剪力墙

3 边缘构件内的配筋及构造要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定;预制剪力墙的水平分布钢筋在后浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定;

4 非边缘构件位置,相邻预制剪力墙之间应设置后浇段,后浇段的宽度不应小于墙厚且不宜小于 200mm;后浇段内应设置不少于 4 根竖向钢筋,钢筋直径不应小于墙体竖向分布筋直径且不应小于 8mm;两侧墙体的水平分布筋在后浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

7.7.9 预制剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处,并应符合下列规定:

- 1 接缝高度宜为 20mm;
- 2 接缝宜采用灌浆料填实;
- 3 接缝处后浇混凝土上表面应设置粗糙面。

7.7.10 上下层预制剪力墙的竖向钢筋,当采用套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时,应符合下列规定:

- 1 边缘构件竖向钢筋应逐根连接;
- 2 预制剪力墙的竖向分布钢筋,当仅部分连接时(图 7.7.10),被连接的同侧钢筋间距不应大于 600mm,且在剪力墙构件承载力设计和分布钢筋配筋率计算中不得计入不连接的分布钢筋;

不连接的竖向分布钢筋直径不应小于 6mm。

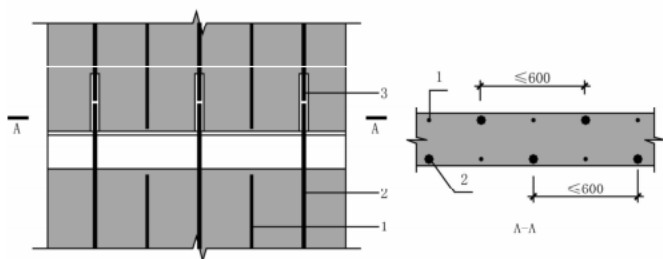


图 7.7.10 预制剪力墙竖向分布钢筋连接构造示意

1—不连接的竖向分布钢筋;2—连接的竖向分布钢筋;3—连接接头

7.7.11 预制剪力墙相邻下层为现浇剪力墙时,预制剪力墙与下层现浇剪力墙中竖向钢筋的连接应符合本规程第 7.3.4 条及 7.7.10 条的规定,下层现浇剪力墙顶面应设置粗糙面。

7.7.12 在地震设计状况下,剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算:

$$V_{uE} = 0.6f_y A_{sd} + 0.8N \quad (7.7.12)$$

式中: f_y —— 垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值;
 N —— 与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值,压力时取正,拉力时取负;
 A_{sd} —— 垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

7.7.13 屋面以及立面收进的楼层,应在预制剪力墙顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁(图 7.7.13),并应符合下列规定:

1 圈梁截面宽度不应小于剪力墙的厚度,截面高度不宜小于楼板厚度及 250mm 的较大值;圈梁应与现浇或者叠合楼(屋)盖浇筑成整体;

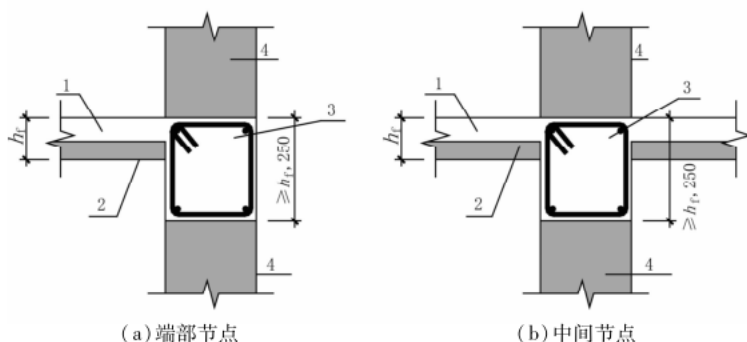


图 7.7.13 后浇钢筋混凝土圈梁构造示意

1—后浇混凝土叠合层;2—预制板;3—后浇圈梁;4—预制剪力墙

2 圈梁内配置的纵向钢筋不应少于 $4\phi 12$, 且按全截面计算的配筋率不应小于 0.5% 和水平分布筋配筋率的较大值, 纵向钢筋竖向间距不应大于 200mm; 箍筋间距不应大于 200mm, 且直径不应小于 8mm。

7.7.14 各层楼面位置, 预制剪力墙顶部无后浇圈梁时, 应设置连续的水平后浇带(图 7.7.14)。水平后浇带应符合下列规定:

1 水平后浇带宽度应取剪力墙的厚度, 高度不应小于楼板厚度; 水平后浇带应与现浇或者叠合楼、屋盖浇筑成整体;

2 水平后浇带内应配置不少于 2 根连续纵向钢筋, 其直径不宜小于 12mm。

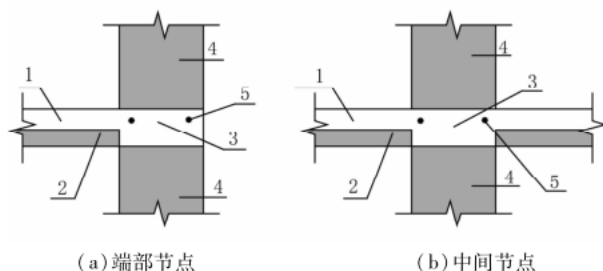


图 7.7.14 水平后浇带构造示意

1—后浇混凝土叠合层;2—预制板;3—水平后浇带;4—预制墙板;5—纵向钢筋

7.7.15 预制剪力墙洞口上方的预制连梁宜与后浇圈梁或水平后浇带形成叠合连梁(图 7.7.15),叠合连梁的配筋及构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

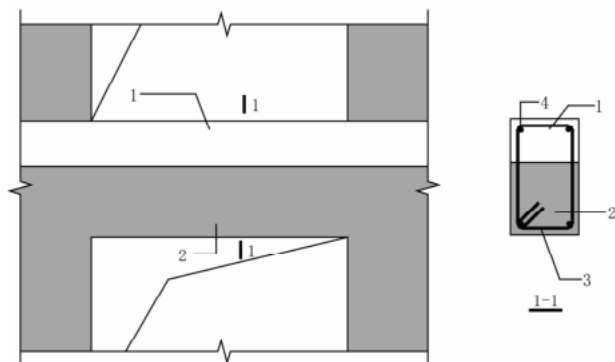


图 7.7.15 预制剪力墙叠合连梁构造示意

1—后浇圈梁或后浇带;2—预制连梁;3—箍筋;4—纵向钢筋

7.7.16 楼面梁不宜与预制剪力墙在剪力墙平面外单侧连接;当楼面梁与剪力墙在平面外单侧连接时,宜采用铰接。

7.7.17 预制叠合连梁的预制部分宜与剪力墙整体预制,也可在跨中拼接或在端部与预制剪力墙拼接。

7.7.18 当预制叠合连梁在跨中拼接时,可按本规程第 7.5.5 条的规定进行接缝的构造设计。

7.7.19 当采用后浇连梁时,宜在预制剪力墙端伸出预留纵向钢筋,并与后浇连梁的纵向钢筋可靠连接(图 7.7.19)。

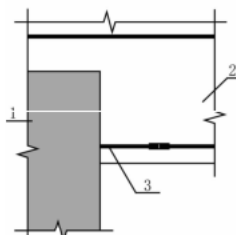


图 7.7.19 后浇连梁与预制剪力墙连接构造示意

1—预制墙板;2—后浇连梁;3—预制剪力墙伸出纵向受力钢筋

7.7.20 应按本规程第 7.5.2 条的规定进行叠合连梁端部接缝的受剪承载力计算。

7.7.21 当预制剪力墙洞口下方有墙时,宜将洞口下墙作为单独的连梁进行设计(图 7.7.21)。

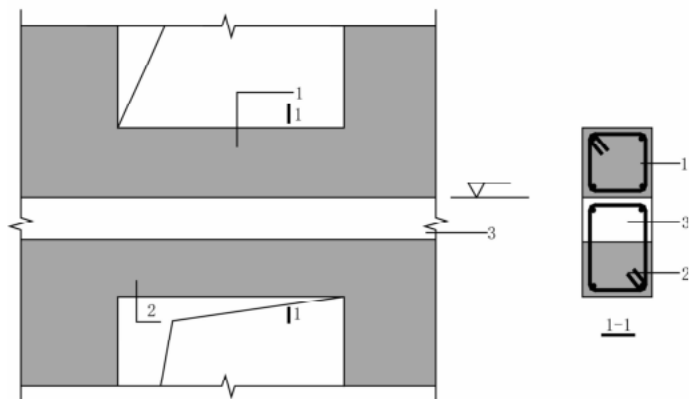


图 7.7.21 预制剪力墙洞口下墙与叠合连梁的关系示意

1—洞口下墙;2—预制连梁;3—后浇圈梁或水平后浇带

7.8 预制楼梯

7.8.1 预制楼梯可采用预制混凝土楼梯,也可采用预制钢结构楼梯。当采用预制混凝土板式楼梯时,梯段板厚度不宜小于 120mm,梯段板面、板底均应配置通长的纵向钢筋,最小配筋率应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

7.8.2 预制楼梯与支承构件之间宜采用简支连接。采用简支连接时,应符合下列要求:

1 预制楼梯两端宜分别设置固定铰和滑动铰,其转动及滑动变形能力应满足结构层间位移的要求,且预制楼梯端部在支承构件上的最小搁置长度应符合表 7.8.2 的规定;

2 预制楼梯设置滑动铰的端部应有防止滑落的构造措施。

表 7.8.2 预制楼梯在支承构件上的最小搁置长度

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度
最小搁置长度 (mm)	100	100	120

8 外挂墙板

8.1 一般规定

8.1.1 外挂墙板应采用合理的连接节点并与主体结构可靠连接。有抗震设防要求时,外挂墙板及其与主体结构的连接节点,应进行抗震设计。

8.1.2 外挂墙板结构分析可采用线性弹性方法,其计算简图应符合实际受力状态。

8.1.3 对外挂墙板和连接节点进行承载力验算时,其结构重要性系数应取不小于 1.0,连接节点承载力抗震调整系数应取 1.0。

8.1.4 支承外挂墙板的结构构件应具有足够的承载力和刚度,不宜将外挂墙板支承在跨度较大的悬臂构件上。

8.1.5 外挂墙板与主体结构宜采用柔性连接,连接节点应具有足够的承载力和适应主体结构变形的能力,并应采取可靠的防腐、防锈和防火措施。

8.2 作用及作用组合

8.2.1 外挂墙板及连接节点的承载力计算时,荷载组合的效应设计值应符合下列规定:

1 持久设计状况:

当风荷载效应起控制作用时:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_w S_{wk} \quad (8.2.1-1)$$

当永久荷载效应起控制作用时:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (8.2.1-2)$$

2 地震设计状况:

在水平地震作用下:

$$S_{Eh} = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (8.2.1-3)$$

在竖向地震作用下:

$$S_{Ev} = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} \quad (8.2.1-4)$$

式中： S —— 基本组合的效应设计值；
 S_{Eh} —— 水平地震作用组合的效应设计值；
 S_{Ev} —— 竖向地震作用组合的效应设计值；
 S_{Gk} —— 永久荷载的效应标准值；
 S_{wk} —— 风荷载的效应标准值；
 S_{Ehk} —— 水平地震作用的效应标准值；
 S_{Evk} —— 竖向地震作用的效应标准值；
 γ_G —— 永久荷载分项系数，按本规程第 8.2.2 条规定取值；
 γ_w —— 风荷载分项系数，取 1.4；
 γ_{Eh} —— 水平地震作用分项系数，取 1.3；
 γ_{Ev} —— 竖向地震作用分项系数，取 1.3；
 ψ_w —— 风荷载组合系数。在持久设计状况下取 0.6，地震设计状况下取 0.2。

8.2.2 在持久设计状况、地震设计状况下，进行外挂墙板和连接节点的承载力设计时，永久荷载分项系数 γ_G 应按下列规定取值：

1 进行外挂墙板平面外承载力设计时， γ_G 应取为 0；进行外挂墙板平面内承载力设计时， γ_G 应取为 1.2；

2 进行连接节点承载力设计时，在持久设计状况下，当风荷载效应起控制作用时， γ_G 应取 1.2，当永久荷载效应起控制作用时， γ_G 应取 1.35；在地震设计状况下， γ_G 应取 1.2。

8.2.3 风荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 有关围护结构的规定确定。

8.2.4 计算水平地震作用标准值时，可采用等效侧力法，并按下式计算：

$$F_{Ehk} = \beta_E \alpha_{\max} G_k \quad (8.2.4)$$

式中: F_{Ehk} —— 施加于外挂墙板重心处的水平地震作用标准值;
 β_{E} —— 动力放大系数,可取 5.0;
 α_{max} —— 水平地震影响系数最大值,应按表 8.2.4 采用;
 G_{k} —— 外挂墙板的重力荷载标准值。

表 8.2.4 水平地震影响系数最大值 α_{max}

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度
α_{max}	0.04	0.08(0.12)	0.16(0.24)

注: 设防烈度为 7、8 度时,括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

8.2.5 竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的 0.65 倍。

8.3 外挂墙板和连接设计

8.3.1 普通外挂墙板的厚度不宜小于 120mm,宜双层双向配筋,竖向和水平钢筋的配筋率均不应小于 0.15%,且钢筋直径不宜小于 5mm,间距不宜大于 200mm。

8.3.2 预制夹心外墙板外叶墙板的厚度不宜小于 50mm,内叶墙板的厚度不宜小于 100mm,保温材料的厚度不宜小于 30mm;受力的内叶墙板宜双层双向配筋,竖向和水平钢筋的配筋率均不应小于 0.15%,且钢筋直径不宜小于 5mm,间距不宜大于 200mm。

8.3.3 外挂墙板的高度除顶层外不宜大于一个层高,宽度不宜大于一个开间。

8.3.4 门窗洞口周边、角部应配置加强钢筋。

8.3.5 最外层钢筋的混凝土保护层厚度除有专门要求外,应符合下列规定:

- 1 对石材或面砖饰面,不应小于 15mm;
- 2 对清水混凝土,不应小于 20mm;
- 3 对露骨料装饰面,应从最凹处混凝土表面计起,且不应小于 20mm。

8.3.6 外挂墙板承载能力极限状态的计算,应符合本规程第 7.2 节和第 8.2 节的要求,并应进行正常使用极限状态的验算。

8.3.7 外挂墙板与主体结构的连接节点应采用预埋件,不得采用后锚固的方法。外挂墙板与主体结构采用点支承连接时,连接件的滑动孔尺寸,应根据穿孔螺栓的直径、层间位移值和施工误差等因素确定。

8.3.8 外挂墙板间接缝的构造应符合下列规定:

- 1** 接缝构造应满足防水、防火、隔声等建筑功能要求;
- 2** 接缝宽度应满足主体结构的层间位移、密封材料的变形能力、施工误差、温差引起变形等要求,且不应小于 15mm。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件允许时首先这样做的:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- | | |
|-----------------------|----------------|
| 1 《建筑模数协调统一标准》 | GB 50002 |
| 2 《建筑结构荷载规范》 | GB 50009 |
| 3 《混凝土结构设计规范》 | GB 50010 |
| 4 《建筑抗震设计规范》 | GB 50011 |
| 5 《建筑设计防火规范》 | GB 50016 |
| 6 《钢结构设计规范》 | GB 50017 |
| 7 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 | GB/T 50080 |
| 8 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 | GB 50204 |
| 9 《建筑内部装修设计防火规范》 | GB50222 |
| 10 《建筑工程抗震设防分类标准》 | GB 50223 |
| 11 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》 | GB50325 |
| 12 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 | GB/T 50448 |
| 13 《钢结构焊接规范》 | GB 50661 |
| 14 《混凝土结构工程施工规范》 | GB 50666 |
| 15 《钢结构工程施工规范》 | GB 50755 |
| 16 《混凝土外加剂匀质性试验方法》 | GB/T 8077 |
| 17 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 | GB 8624 - 2012 |
| 18 《硅酮建筑密封胶》 | GB/T 14683 |
| 19 《装配式混凝土结构技术规程》 | JGJ 1 |
| 20 《高层建筑混凝土结构技术规程》 | JGJ 3 |

- | | | |
|----|----------------------|-----------------------|
| 21 | 《钢筋焊接及验收规程》 | JGJ 18 |
| 22 | 《玻璃幕墙工程技术规范》 | JGJ 102 |
| 23 | 《钢筋机械连接技术规程》 | JGJ 107 |
| 24 | 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 | JGJ 114 |
| 25 | 《辐射供暖供冷技术规程》 | JGJ 142 |
| 26 | 《钢筋锚固板应用技术规程》 | JGJ 256 |
| 27 | 《住宅整体卫浴间》 | JG/T 183 |
| 28 | 《住宅整体厨房》 | JG/T 184 |
| 29 | 《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》 | JGJ/T 258 |
| 30 | 《高强混凝土应用技术规程》 | JGJ/T 281 |
| 31 | 《聚氨酯建筑密封胶》 | JC/T 482 |
| 32 | 《聚硫建筑密封胶》 | JC/T 483 |
| 33 | 《钢筋连接用灌浆套筒》 | JG/T 398 |
| 34 | 《钢筋连接用套筒灌浆料》 | JG/T 408 |
| 35 | 《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》 | DG/TJ08 - 2071 - 2010 |
| 36 | 《预制装配整体式钢筋混凝土结构技术规范》 | SJG18 - 2009 |
| 37 | 《装配整体式混凝土结构技术规程》 | DB21/T 1868 - 2010 |

山东省工程建设标准

装配整体式混凝土结构设计规程

**Specification for design of monolithic precast
concrete structures**

DB37/T 5018 – 2014

条文说明

目 次

1	总则	58
2	术语和符号	59
2.1	术语	59
3	基本规定	61
4	材料	62
4.1	混凝土	62
4.2	钢筋及钢材	62
4.3	连接材料	62
4.4	其他材料	63
5	建筑设计	64
5.1	一般规定	64
5.2	建筑设计	64
5.3	外墙板、内墙板设计	65
5.4	装修、设备管线设计	65
6	结构设计基本规定	66
6.1	一般规定	66
6.2	结构分析	67
6.3	框架结构设计	68
6.4	剪力墙结构设计	68
7	构件及连接设计	70
7.1	一般规定	70
7.2	预制构件设计	70
7.3	连接设计	70
7.4	叠合板	72
7.5	叠合梁	76
7.6	预制框架柱及梁柱节点	77

7.7	预制剪力墙	79
7.8	预制楼梯	82
8	外挂墙板	85
8.1	一般规定	85
8.2	作用及作用组合	87
8.3	外挂墙板和连接设计	87

1 总 则

1.0.1 装配整体式混凝土结构在美国、日本、新加坡、瑞典、英国等国家得到广泛的应用,它具有工业化水平高、便于冬期施工、减少施工现场湿作业量、减少材料消耗、减少工地扬尘和建筑垃圾等诸多优点。近年来,随着研究的深入以及对国外先进技术、成熟经验的借鉴,装配整体式混凝土建筑在我国多个省市得到大力推广和应用。为加快山东省装配整体式混凝土结构技术的推广应用,促进建筑产业化发展,制定本规程。

1.0.2 本规程在充分调研、考察的基础上,并结合山东省的实际情况,规定了装配整体式混凝土结构的适用范围。

1.0.3 装配整体式混凝土结构应充分结合本地特点,降低成本,做到经济合理。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 本规程中预制构件,主要是指在工厂制作的预制构件,另外还有少量因运输等条件限制而在现场制作的预制构件。

2.1.2 装配整体式混凝土结构中,主要受力预制构件之间(如柱与柱、墙与墙、梁与柱或墙等预制构件之间),通过后浇混凝土和钢筋套筒灌浆连接等技术连接,可保证装配式结构的整体性能,使其结构性能与现浇混凝土结构基本等同。

2.1.5 考虑到目前的研究成果及工程经验均不足,本规程中提出的装配整体式混凝土框架-剪力墙结构中,建议剪力墙采用现浇结构。

2.1.8 预制夹心外墙板由内、外叶墙板及中间保温层组成,在美国、欧洲得到广泛的应用,并称其为三明治墙板。根据其在结构中的作用,可分为承重和非承重墙板,根据内、外叶墙体板共同工作的情况,又可分为组合墙板和组合墙板。鉴于我国对于预制夹心外墙板的科研成果和工程实践经验都还较少,国内通常采用的是非组合式的夹心墙板,外叶墙板仅作为荷载,内叶墙板受力。本规程仅涉及内叶墙体板承重的非组合式夹心外墙板。

2.1.10 ~ 2.1.12 钢筋套筒灌浆连接的技术在美国和日本已经有近 40 年的应用历史,是一项十分成熟的技术。目前,美国 ACI 明确将这种连接列入机械连接的一类,不仅将这项技术广泛应用于预制构件受力钢筋的连接,而且还用于现浇混凝土受力钢筋的连接。我国部分单位对这种接头进行了一定数量的试验研究工作,证实了它的安全性。

连接套筒是钢筋套筒灌浆连接的一个关键技术,国外采用的连接套筒主要是全灌浆套筒,即两端均采用灌浆方式与钢筋连接;目前国内已研发出另外一种连接套筒——半灌浆套筒,它一端采

用灌浆方式与钢筋连接,另一端采用非灌浆方式与钢筋连接(通常采用螺纹连接),与全灌浆套筒相比,套筒连接长度大大缩短。

钢筋套筒灌浆连接用水泥基灌浆料是钢筋套筒灌浆连接的另一个关键技术,必须保证能与套筒、被连接钢筋有效地结合在一起共同工作。

2.1.13 浆锚搭接连接是一种将需搭接的钢筋拉开一定距离的搭接方式。这种搭接技术在欧洲有多年的应用历史,也被称之为间接搭接或间接锚固。我国已有多家单位,如哈尔滨工业大学、黑龙江宇辉新型建筑材料有限公司等对这种技术进行了大量试验研究,也取得了许多试验研究成果。目前主要采用的是在预制构件中有螺旋箍筋约束的孔道中进行搭接的技术,称为钢筋约束浆锚搭接连接。

3 基本规定

3.0.1 装配整体式建筑的特点决定了它的设计施工与现浇混凝土建筑存在很大区别。由于大量构件及部件都是由工厂预制,因此建设、设计、施工、构件制作各单位在方案阶段就应进行协同工作,提出最优方案;建筑、结构、设备、电气、装修等各专业也应密切配合,对预制构件的尺寸和形状、节点构造等提出具体技术要求,并对制作、运输、安装和施工全过程的可行性及经济性能等做出预测。

3.0.2 装配整体式建筑应实现基本单元的标准化定型,尽量减少规格,以提高生产制作及施工效率,降低造价。

3.0.3 装配整体式结构应重视概念设计和构件连接设计。本规程对于装配整体式结构设计的主要概念,是在选用可靠的预制构件受力钢筋连接技术的基础上,采用预制构件与后浇混凝土相结合的方法,通过连接节点合理的构造措施,将装配式结构连接成一个整体,保证其结构性能具有与现浇混凝土结构等同的延性、承载力和耐久性能,达到与现浇混凝土等同的效果。对于可能遭受偶然作用,且倒塌可能引起严重后果的重要混凝土结构,宜进行防连续倒塌设计。

3.0.6 预制构件的拆分应同时满足模数协调、承载力及施工简便的要求。

3.0.8 预制构件深化设计在装配整体式结构中具有重要的作用。在预制构件加工制作阶段,应将各专业、各工种所需的预留孔洞、预埋件等一并完成,避免在施工现场进行剔凿、切割,伤及预制构件,影响质量或观感。因此,在一般情况下,装配整体式结构的施工图完成后,还需要进行预制构件的深化设计,以便于预制构件的加工制作。

目前,此项工作尚未形成成熟的制度和工作程序,一般由有相应设计资质的设计、咨询、研究单位或预制构件加工制作单位承担,也可委托具有丰富的全过程经验的设计单位单独完成深化设计详图。

4 材料

4.1 混凝土

4.1.2 规定了预制构件及现浇混凝土的最低强度等级。

4.2 钢筋及钢材

4.2.2 钢筋套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时,钢筋应力都是靠钢筋与周围灌浆料之间的粘结力来传递的,而热轧带肋钢筋的肋,可以使钢筋与灌浆料之间产生足够的摩擦力,有效地传递应力。为保证连接的可靠性,对连接钢筋强度的最大限值提出了要求。

4.2.4 为提高建筑的工业化生产水平,应鼓励在预制构件中采用钢筋焊接网。

4.2.5、4.2.6 要求同《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 的第9.7节。为了达到节约材料、方便施工、避免外露金属件锈蚀引起的耐久性问题,预制构件的吊装方式宜优先选择内埋式螺母、内埋式吊杆或预留吊装孔。这些部件及配套的专用吊具等所采用的材料,应根据相应的产品标准和应用技术规程选用。

4.3 连接材料

4.3.1 钢筋套筒灌浆连接是本规程中预制构件连接的关键技术。根据连接套筒的不同,钢筋套筒灌浆连接又包括两种形式:全灌浆套筒连接,即套筒两端均采用灌浆方式与钢筋连接;半灌浆套筒连接是指,套筒一端采用灌浆方式与钢筋连接,而另一端采用非灌浆方式与钢筋连接(通常采用螺纹连接)。与全灌浆套筒相比,半灌浆套筒连接研发及应用时间较短,但套筒连接长度大大缩短。

目前,由中国建筑科学研究院主编完成的建筑工业行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398-2012及由北京榆构有限公司主编完成的建筑工业行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408

-2013 已发布实施,由中国建筑科学研究院与云南建工集团二公司共同主编的国家行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》已通过审查。

钢筋套筒灌浆连接接头是一个组合体,除了对连接套筒、灌浆料、钢筋做出要求外,对于三者的匹配性,或者组合体应有明确的规定;在装配整体式混凝土结构中,套筒灌浆连接接头主要用于墙、柱重要竖向连接构件中的同截面钢筋 100% 连接部位,故按行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 - 2010 中的 I 级接头对其抗拉强度提出要求。套筒灌浆连接施工应采用由接头型式检验确定的匹配灌浆套筒、灌浆料,灌浆套筒、灌浆料经检验合格后方可使用。

4.3.2 浆锚搭接连接是一种将需搭接的钢筋拉开一定距离的搭接方式。这种搭接技术的关键在于孔洞的成型技术、灌浆料的质量以及对被搭接钢筋形成约束的方法等各个方面。本条对浆锚搭接连接所用灌浆料的各项主要性能指标要求是参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 给出。

4.3.5 夹心外墙板中,拉结件非常关键。国外主要有高强玻璃纤维制作的非金属拉结件及不锈钢丝制作的金属拉结件。目前,国内尚缺乏相应的产品标准。本规程参考美国和欧洲的相关标准,以及现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1,定性地提出要求。

4.4 其他材料

4.4.1 鉴于国内对密封胶的研究尚不充分,仅对密封胶提出最基本的、定性的要求。

4.4.2 夹心墙板在我国的应用历史还较短,有待进一步研究,本规程借鉴国外资料,仅提出了基本要求。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 装配整体式建筑中,宜采用主体结构构件、装修部品和管线设备的三部分装配化集成技术系统,实现装修、管道设备与主体结构的分离,便于装修、管道设备的检修及更换,从而使建筑具备结构耐久性,室内空间灵活性以及可更新性等特点。

5.1.2、5.1.3 模数协调的目的是减少建筑部件的规格,实现建筑部件的通用性和互换性,使规格化、通用化的部件适用于各类常规建筑,满足各种要求。同时,大批量的规格化、定型化部件的生产可稳定质量,降低成本。建筑模数协调工作涉及的行业与部件的种类很多,需各方面共同遵守各项协调原则,制定各种部件或组合件的协调尺寸和约束条件。

5.2 建筑设计

5.2.1~5.2.3 装配整体式建筑在满足建筑功能要求的基础上,还要做到结构受力合理。平面设计时应考虑各功能空间的使用尺寸,并注意模数协调的原则,根据结构受力特点合理拆分结构预制构件。剪力墙结构中,在角部墙体开洞形成的转角窗,对结构抗震极为不利,因此装配整体式剪力墙结构设计时,禁止采用转角窗。

5.2.4 装配整体式建筑设计时,应充分考虑设备管线与结构体系之间的关系。例如,住宅卫生间平面设计时,应考虑卫生间平面位置与竖向管线的关系、卫生间降板范围与结构的关系等。如采用标准化的预制盒子卫生间(整体卫浴)及标准化的厨房整体橱柜,除考虑设备管线的接口设计,还应考虑卫生间平面尺寸与预制盒子卫生间尺寸之间、厨房平面设计尺寸与标准化厨房整体橱柜尺寸之间的模数协调。

5.3 外墙板、内墙板设计

5.3.1 建筑外墙板、内墙板与主体结构的连接应安全可靠,另外,为了避免对主体结构抗震性能产生不利影响,宜采用柔性连接。

5.3.3 在生产预制外墙板的过程中,可将外墙饰面材料与预制外墙板同时制作成型。

5.3.4 装配整体式建筑外墙板连接节点的构造设计非常关键,应根据建筑功能的需要,满足结构、热工、防水、防火、保温、隔热、隔声及建筑造型设计等要求。预制外墙板的各类接缝设计应构造合理、施工方便、坚固耐久。

5.3.6 集中布置的目的是提高预制外墙板的标准化和经济性。

5.3.7 在要求的泛水高度处设凹槽或挑檐或金属泛水板,便于屋面防水的收头。

5.4 装修、设备管线设计

5.4.1 室内外装修材料应符合现行相关国家标准的规定,结合本地条件及使用功能要求采用耐久、防水、防火、防腐及不宜污染的材料与做法。

5.4.2 室内外装修应充分发挥装配整体式建筑的特点,采用工厂化生产的标准构配件,减少施工现场的湿作业,提高施工效率。

5.4.5 装配整体式建筑不应在预制构件安装完毕后剔凿孔洞、沟槽等。

5.4.6 一般建筑的排水横管设置在楼板下,称为异层排水;排水横管布置在本层称为同层排水。住宅建筑卫生间宜优先采用同层排水方式。

6 结构设计基本规定

6.1 一般规定

6.1.1 装配整体式结构的最大适用高度系参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 确定。对装配整体式框架结构及装配整体式框架-现浇剪力墙结构中的框架部分,当节点及接缝采用适当的构造并满足本规程中有关条文的要求时,可认为其性能与现浇结构基本一致,其最大适用高度与现浇结构相同;若装配整体式框架结构中节点及接缝构造措施的性能达不到现浇结构的要求,其最大适用高度应适当降低。

因为装配整体式剪力墙结构及装配整体式部分框支剪力墙结构中,墙体之间的接缝数量多且构造复杂,而且目前的研究成果及工程经验均不足,对装配整体式剪力墙结构及装配整体式部分框支剪力墙结构的最大适用高度要从严要求。当预制剪力墙数量较多时,即预制剪力墙承担的底部剪力较大时,对其最大适用高度限制更加严格。在计算预制剪力墙构件底部承担的总剪力占该层总剪力比例时,一般取主要采用预制剪力墙构件的最下一层;如全部采用预制剪力墙结构,则计算底层的剪力比例;如底部2层现浇其他层预制,则计算第3层的剪力比例。

6.1.2 高层装配整体式结构适用的最大高宽比系参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定确定。

6.1.3 装配整体式结构的抗震等级参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定并适当调整。因目前装配整体式剪力墙结构及部分框支剪力墙结构的研究成果及工程经验均不足,也未经历实际地震的考验,因此,对其抗震等级的划分从严要求。

6.1.4 重点设防类装配整体式结构的抗震设计要求参照现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223、《建筑抗震设计

规范》GB 50011 和行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 提出。

6.1.5、6.1.6 装配整体式混凝土结构应重视结构的规则性,平面布置要求同《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 - 2010 第 3.4.3 条对抗震设计的高层建筑的要求。

6.1.7 不规则的建筑抗震性能较差,装配整体式结构应尽量避免采用不规则的建筑。当房屋特别不规则时,不应采用装配整体式结构。特别不规则,是指具有较明显的薄弱部位,可能引起不良后果者,参照《建筑抗震设计规范》GB 50011 - 2010 第 3.4.1 条。

6.1.9 地下室顶层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层、结构体型收进及相邻上下各一层、平面复杂或开洞较大的楼层、斜柱上下端周围局部楼盖对整体性及传递水平力的要求较高,宜采用现浇楼盖。本条“结构体型收进”是指上部楼层相对于下部楼层收进或外挑尺寸偏大,不符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 - 2010 第 3.5.5 条的规定。

为增强的结构的整体性,建议结构顶层采用现浇楼盖结构。

6.1.10 高层剪力墙结构底部加强区对结构整体的抗震性能很重要,尤其在高烈度区。因此,建议底部加强区采用现浇结构。高层建筑中电梯井筒往往承受很大的地震剪力及倾覆力矩,为保证结构的抗震性能,建议采用现浇结构。

高层框架结构首层柱是保证结构抗震性能的重要构件,而且一般构件截面大、配筋较多,不适合采用预制构件,建议采用现浇混凝土。

6.1.11 部分框支剪力墙结构的框支层受力较大且在地震作用下容易破坏,其中的转换梁、转换柱也是保证结构抗震性能的关键受力构件,为加强整体性,保证结构安全,建议框支层及相邻上一层采用现浇混凝土。

6.2 结构分析

6.2.1 预制构件之间连接安全可靠的装配整体式混凝土结构,其

受力性能基本等同与现浇混凝土结构,设计时可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析,但应按本规程的相关规定对计算结果调整。

对于框架部分的节点和接缝,按照本规程的相关规定,采用适当的构造后其受力性能与现浇结构基本一致,可按现浇结构的方法作整体分析。对装配整体式混凝土结构高层建筑的节点和接缝,应采用适当的构造措施使其受力性能与现浇混凝土结构一致。

对于装配整体式剪力墙结构的接缝,预制墙板之间一般采用整体式接缝,结构的性能与现浇结构接近,为方便计算,可采用与现浇结构相同的方法作结构分析,但应根据预制结构的特点对计算结果作适当调整。当同一层内既有预制剪力墙又有现浇剪力墙时,可采用内力重分配的方法来考虑接缝对内力分布的影响,对现浇剪力墙在水平力下的内力适当放大,详见第 6.4 节。

6.2.3 装配整体式结构的层间位移角限值与现浇结构相同。

6.2.4 装配整体式叠合楼板作为梁的有效翼缘,与梁形成 T 形截面,梁的刚度增大,可采用《混凝土结构设计规范》GB 50010 - 2010 第 5.2.4 条计算;也可采用梁刚度增大系数法近似考虑,可根据翼缘情况近似取 1.3 ~ 2.0。

6.3 框架结构设计

6.3.1 当采取了可靠的节点连接方式和合理的构造措施后,装配整体式框架结构的性能可等同于现浇混凝土框架结构。

6.3.2 预制柱之间水平接缝的抗剪能力受轴向力的影响较大,轴向拉力使水平接缝的抗剪能力降低,甚至会发生接缝的滑移错动。

6.4 剪力墙结构设计

6.4.1 预制剪力墙构件之间的接缝使其侧向刚度受到削弱。因此,应适当放大现浇剪力墙在地震作用下的内力,对预制剪力墙的内力不减小,是偏重于安全方面的考虑。

6.4.2 对装配整体式剪力墙结构、部分框支剪力墙结构应重视结

构的规则性。若某些楼层出现侧向刚度及承载力不规则,宜采用现浇混凝土结构。

6.4.3 参照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 - 2010 第 7.1.8 条的规定并适当调整。预制短肢剪力墙的抗震性能较差,在高层建筑中应避免过多采用。

7 构件及连接设计

7.1 一般规定

7.1.1 装配整体式结构构件及节点的设计,应进行使用阶段及施工阶段的验算。

7.1.2 参照国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 5.2 条,承载力抗震调整系数取值同现浇混凝土结构。

7.2 预制构件设计

7.2.1 预制构件在脱模、吊装、运输、安装等各个环节的受力状态与使用阶段不同,而且在此阶段混凝土强度一般也未达到设计强度。因此,应重视各施工阶段的安全性分析。

7.2.2 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算同现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666。

预制构件进行脱模时,受到的荷载有自重、脱模起吊瞬间的动力效应以及脱模时模板与构件表面的吸附力。其中,动力效应采用构件自重标准值乘以动力系数计算;脱模吸附力是作用在构件表面的均布力,与构件表面和模具状况有关,根据经验一般不小于 1.5kN/m^2 。

7.2.6 预制构件中外露预埋件凹入表面,便于作封闭处理。

7.3 连接设计

7.3.1 装配整体式结构中,接缝是指预制构件之间的接缝以及预制构件与现(后)浇混凝土之间的结合面,包括柱端接缝、梁端接缝、剪力墙的竖向接缝和水平接缝等,是影响结构受力性能的关键部位。接缝的受剪承载力组成主要包括:结合面混凝土的粘结强度、键槽或者粗糙面、钢筋的摩擦抗剪作用、销栓抗剪作用;当接缝处于受压、受弯状态时,静力摩擦可承担一部分剪力。后浇混凝土

土、灌浆料或座浆材料与预制构件结合面的粘结抗剪强度往往低于预制构件本身混凝土的抗剪强度。因此,预制构件的接缝一般都需要作受剪承载力的计算。本条参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 对各种接缝的受剪承载力提出了总的要求。

为保证接缝的安全,接缝的承载力设计值应大于设计内力。对于装配整体式结构的梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位等控制区域,接缝要实现强连接,要求接缝的承载力设计值大于被连接构件的承载力设计值乘以强连接系数,强连接系数应根据抗震等级、连接区域的重要性以及连接类型来确定。对于其他区域的接缝,可采用延性连接,允许连接部位产生塑性变形,但接缝的承载力设计值应大于设计内力。

7.3.3 接缝一般采用强度等级高于预制构件的后浇混凝土、灌浆料或座浆材料。当穿过接缝的钢筋不少于构件内钢筋并且构造符合本规程规定时,节点及接缝的正截面受压、受拉及受弯承载力一般不低于构件,可不作承载力验算。当需要计算时,可按照混凝土构件正截面的计算方法进行。

7.3.4 钢筋套筒灌浆连接的技术在美国、日本等国家已具有几十年的实践经验,也已经经历了多次地震考验,是一项十分成熟的技术。国内对这种连接技术也作了大量试验研究,其连接性能等同于机械连接。目前,已编制了相应的规程,在部分省市装配整体式结构中已经得到大量应用。因此,钢筋套筒灌浆连接可用于重要结构构件受力钢筋的连接。

国内部分科研单位、高等院校和企业对浆锚搭接连接技术作了试验研究,也取得了一定的研究成果和实践经验,适合用于直径较小钢筋的连接。目前,主要采用的是在预制构件中有螺旋箍筋约束的孔道中进行搭接的技术。

两种连接技术相比较,钢筋套筒灌浆连接技术更加成熟;钢筋浆锚搭接连接适用于较小直径的钢筋的连接,连接长度较大。框架柱及剪力墙边缘构件抗震性能比较重要,而且框架柱的纵向钢

筋及剪力墙边缘构件的竖向钢筋直径较大,故宜采用套筒灌浆连接。剪力墙其他部位的竖向钢筋连接可采用套筒灌浆连接,也可采用浆锚搭接连接。

剪力墙的水平分布筋的连接可采用焊接、搭接等连接方式;梁的水平钢筋连接可根据实际情况选用机械连接、焊接连接、套筒灌浆连接。

7.3.6 浆锚搭接连接是一种将需搭接的钢筋拉开一定距离的搭接方式。这种搭接技术的关键在于孔洞的成型技术、灌浆料的质量以及对被搭接钢筋形成约束的方法等各个方面。目前,我国的孔洞成型技术种类较多,尚无统一的论证。因此,提出较为严格的要求。要求使用前对接头作力学性能及适用性的试验验证,即对按一整套技术,包括混凝土孔洞成形方式、约束配筋方式、钢筋布置方式、灌浆料、灌浆方法等形成的接头作力学性能试验,并对采用此类接头技术的预制构件作各项力学及抗震性能的试验验证,经过相关部门组织的专家论证或鉴定后方可使用。

7.3.7 在预制构件与后浇混凝土、灌浆料、座浆材料的结合面上设置粗糙面、键槽,是为了保证新旧混凝土之间的良好结合,有效地传递剪力。研究表明,采用键槽时,结合面受剪承载力一般大于粗糙面,也容易控制加工质量及检验。

7.4 叠合板

7.4.1 叠合板有各种形式,包括常规的预制底板混凝土叠合板、桁架钢筋混凝土叠合板、预制带肋底板混凝土叠合板等多种形式。叠合板中预制板最小厚度的规定考虑了脱模、吊装、运输、施工等因素,后浇层最小厚度的规定考虑了楼板整体性要求以及管线预埋、面筋铺设、施工误差等因素。预制带肋底板混凝土叠合板因提高了预制板刚度,预制板厚度可减少,其设计方法及构造要求可参考现行相关标准。

桁架钢筋混凝土叠合板是在预制板内设置桁架钢筋,可增加预制板的整体刚度和水平界面抗剪性能。如图 1 所示。钢筋桁架

的下弦与上弦可作为楼板的下部和上部受力钢筋使用。施工阶段,验算预制板的承载力及变形时,可考虑桁架钢筋的作用,减少预制板下的临时支撑。

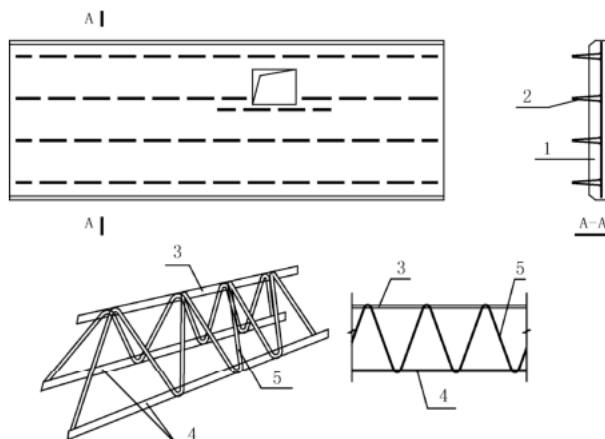


图1 叠合板的预制板设置桁架钢筋构造示意

1 - 预制板;2 - 桁架钢筋;3 - 上弦钢筋;4 - 下弦钢筋;5 - 格构钢筋

预制带肋底板混凝土叠合板的预制底板上设有板肋且在板肋上预留孔洞,预留孔洞中布置横向穿孔钢筋和管线,可根据需要设计成单向板或双向板。板肋的存在,增大了新、老混凝土接触面,板肋预留孔洞内后浇叠合层混凝土与横向穿孔钢筋形成的抗剪销栓,能保证叠合层混凝土与预制带肋底板形成整体协调受力并共同承载,加强了叠合面的抗剪性能,如图2所示。预制带肋底板分为预制预应力带肋底板和预制非预应力带肋底板。

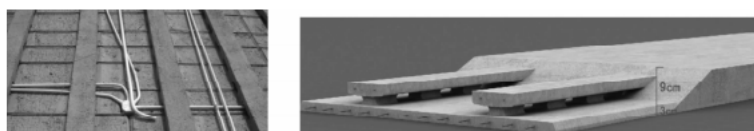


图2 预制带肋底板混凝土叠合板

楼板跨度大于6m时,预制底板采用预应力底板经济性较好。预制板中施加预应力后,预制板的整体刚度和抗裂性能较好,板厚

较薄,自重较轻,特别适用于超长结构及对裂缝控制要求严格的结构的楼板。

楼板板厚大于 180mm 时,为了减轻楼板自重,节约材料,推荐采用混凝土空心叠合板。可采用预制板为空心板;也可在预制板上设置各种轻质模具,浇筑混凝土后形成空心后浇层。

7.4.3 预制板内的纵向受力钢筋在板端支座处宜伸入支座,并应符合现浇楼板下部纵向钢筋的构造要求。在预制板侧面,为了加工及施工方便,可不伸出构造钢筋,但应采用附加钢筋的方式,保证楼面的整体性及连续性。

预制带肋底板混凝土叠合板,预制底板厚度较小、后浇叠合层混凝土厚度相对较大(一般大于 80mm),为了加工及施工方便,预制底板可在一端不预留胡子筋,在板端支座处设置等代附加钢筋,附加钢筋沿板端交错布置的方式连接。一般荷载情况下,此做法能保证板端接缝受剪承载力满足要求,荷载较大时(如密集柜书库、较大设备荷载房间等),应进行板端接缝受剪承载力计算或通过试验验证后方可采用此做法。若设计计算许可且有可靠的构造措施,预制底板也可在两端均不预留胡子筋,采用设置等代附加钢筋的方式进行连接。

7.4.4 此分离式接缝形式较简单,利于构件生产及施工。理论分析与试验结果表明,这种做法是可行的。叠合板的整体受力性能介于按板缝划分的单向板和整体双向板之间,与楼板的尺寸、后浇层与预制板的厚度比例、接缝钢筋数量等因素有关。开裂特征类似于单向板,承载力高于单向板,挠度小于单向板但大于双向板。板缝接缝边界主要传递剪力,弯矩传递能力较差。在没有可靠依据时,可偏于安全地按照单向板设计,接缝钢筋按构造要求确定,主要目的是保证接缝处不发生剪切破坏,且控制接缝处裂缝的开展。

对桁架钢筋混凝土叠合板,当后浇层厚度较大($>75\text{mm}$),配有足够数量的接缝钢筋,且接缝钢筋具有足够的搭接长度时,接缝可承受足够大的弯矩及剪力,此时可将其作为整体式接缝,几块预

制板通过接缝和后浇层组成的叠合板可参照整体叠合双向板进行设计。

7.4.6 采用后浇带形式的整体式接缝,后浇带应有一定的宽度以保证钢筋在后浇带中的连接或者锚固空间,并保证后浇混凝土与预制板的整体性。后浇带两侧的板底受力钢筋需要可靠连接,比如焊接、机械连接、搭接等,也可将后浇带两侧的板底受力钢筋在后浇带中锚固,形成本条第3款所述的构造形式。中国建筑科学研究院的试验研究证明,此种构造形式的叠合板整体性较好。利用预制板侧面向伸出的钢筋在接缝处搭接并弯折锚固于后浇混凝土层中,可以实现接缝两侧钢筋的传力,从而传递弯矩,形成双向板受力状态。接缝处伸出钢筋的锚固和重叠部分的搭接应有一定长度,以实现应力传递;弯折角度应较小以实现顺畅传力;后浇混凝土层应有一定厚度;弯折处应配构造钢筋以防止挤压破坏。试验研究表明,与整体板比较,预制板接缝处应变集中,裂缝宽度较大,构件的挠度略大,接缝处受弯承载力略有降低。在设计时,应根据板的厚度和长宽比、接缝的类型、数量和位置等因素,对板支座、跨中弯矩按整浇板弹性理论计算的结果调整,适当增大双向纵向受力钢筋的配置。

7.4.9 在叠合板跨度较大、有相邻悬挑板的上部钢筋锚入等情况下,叠合面在外力、温度等作用下,截面上会产生较大的水平剪力,需配置界面抗剪构造钢筋来保证水平界面的抗剪能力。当采用桁架钢筋混凝土叠合板或预制带肋底板混凝土叠合板时,一般能满足叠合面抗剪要求,可不单独配置抗剪钢筋。承受较大荷载(如密集柜书库、较大设备荷载房间等)的预制预应力带肋底板叠合板由于预应力造成的反拱、徐变影响,宜设置界面构造钢筋加强其整体性。

7.4.10 配置的抗剪构造钢筋可采用马镫形状,按此节规定的钢筋直径、间距及锚固长度一般可满足叠合面抗剪的需求。

7.5 叠合梁

7.5.2 叠合梁端竖向接缝主要包括框架梁与节点区的接缝、梁自身连接的接缝以及次梁与主梁的接缝等几种类型。叠合梁端竖向接缝受剪承载力的组成主要包括:新旧混凝土结合面的粘结力、键槽的抗剪能力、后浇混凝土叠合层的抗剪能力、梁纵向钢筋的销栓抗剪作用。

本规程参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1,竖向接缝抗剪承载力不考虑新旧混凝土结合面的粘结力,取混凝土抗剪键槽的受剪承载力、后浇层混凝土的受剪承载力、穿过结合面的钢筋的销栓抗剪作用之和。地震往复作用下,对后浇层混凝土部分的受剪承载力进行折减,参照混凝土斜截面受剪承载力设计方法,折减系数取0.6。研究表明,混凝土抗剪键槽的受剪承载力一般为 $0.15 \sim 0.2f_c A_k$,但由于混凝土抗剪键槽的受剪承载力和钢筋的销栓抗剪作用一般不会同时达到最大值。因此,在计算公式中,混凝土抗剪键槽的受剪承载力进行折减,取 $0.1f_c A_k$ 。抗剪键槽的受剪承载力取各抗剪键槽根部受剪承载力之和;梁端抗剪键槽数量一般较少,沿高度方向一般不会超过3个,不考虑群键作用。抗剪键槽破坏时,可能沿现浇键槽或预制键槽的根部破坏。因此,计算抗剪键槽受剪承载力时应按现浇键槽和预制键槽根部剪切面分别计算,并取二者的较小值。设计中,应尽量使现浇键槽和预制键槽根部剪切面面积相等。钢筋销栓作用的受剪承载力计算公式主要参照日本的装配式框架设计规程中的规定,以及中国建筑科学研究院的试验研究结果,同时考虑混凝土强度及钢筋强度的影响。

7.5.3 当叠合板的总厚度小于叠合梁的后浇混凝土叠合层厚度要求时,预制部分可采用凹口截面形式,增加梁的后浇层厚度。预制梁也可采用其他截面形式,如倒T形截面或传统的花篮梁的形式等。

7.5.4 采用叠合梁时,在施工条件允许的情况下,箍筋宜采用整

体封闭箍筋。当采用封闭箍筋无法安装上部纵筋时,可采用开口箍筋加箍筋帽的组合封闭箍筋形式。由于对封闭组合箍的研究尚不够完善。因此,在抗震等级为一、二级的叠合框架梁梁端加密区中不建议采用。

7.5.5 叠合梁应尽量避免梁梁拼接。因条件限制需梁梁拼接时,应选择在受力较小截面拼接。当梁的下部纵向钢筋在后浇段内采用机械连接时,一般采用加长丝扣型直螺纹接头。

7.5.6 主梁与次梁的连接可采用后浇混凝土节点,即主梁上预留后浇段,混凝土断开而钢筋连续,以便穿过和锚固次梁钢筋。当主梁截面较高且次梁截面较小时,主梁预制混凝土也可不完全断开,采用预留凹槽的形式供次梁钢筋穿过。次梁钢筋在主梁后浇段内的锚固要求同现浇混凝土结构。次梁上部钢筋在端节点处根据设计是否充分利用此处钢筋强度(铰接或刚接)来确定锚固长度。

主梁和次梁的连接通过在叠合主梁预制部分设型钢连接件与次梁连接时,型钢连接件应根据主次梁竖向接缝处抗剪承载力(本规程第 7.5.2 条)要求确定。

7.6 预制框架柱及梁柱节点

7.6.2 预制柱底水平接缝的受剪承载力的组成主要包括:新旧混凝土结合面的粘结力、粗糙面或键槽的抗剪能力、轴压产生的摩擦力、梁纵向钢筋的销栓抗剪作用或摩擦抗剪作用,其中后两者为受剪承载力的主要组成部分。在非抗震设计时,柱底剪力通常较小,不需要验算。地震往复作用下,混凝土自然粘结及粗糙面的受剪承载力丧失较快,计算中不考虑其作用。

本规程参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1:当柱受压时,计算轴压产生的摩擦力时,柱底接缝灌浆层上下表面接触的混凝土均有粗糙面及键槽构造,因此,摩擦系数取 0.8。钢筋销栓作用的受剪承载力计算公式与本规程 7.5.2 条相同。当柱受拉时,没有轴压产生的摩擦力,且由于钢筋受拉,计算钢筋销栓作用时,需要根据钢筋中的拉应力结果对销栓受剪承载

力折减。

7.6.3 柱采用大直径钢筋是为了减少钢筋根数,增大间距,便于柱纵筋连接及节点区钢筋布置。套筒连接区域柱截面刚度及承载力较大,为避免柱的塑性铰区可能上移到套筒连接区域以上,至少应将套筒连接区域以上 500mm 高度区域内柱箍筋加密。

7.6.4 在预制柱叠合梁框架节点中,后浇节点上表面设置粗糙面,上柱底部有键槽,应采用经过实践检验的施工方法,保证柱底接缝灌浆的密实性。钢筋采用套筒灌浆连接时,柱底接缝灌浆与套筒灌浆可同时进行,采用同样的灌浆料一次完成。

7.6.6 在预制柱叠合梁框架节点中,节点后浇,梁钢筋在节点中的锚固要求同现浇混凝土结构。梁、柱构件尽量采用较粗直径、较大间距的钢筋布置方式,有利于节点的装配施工,保证施工质量。设计过程中,应充分考虑到施工装配的可行性,合理确定梁、柱截面尺寸及钢筋的数量、间距及位置等。在十字形节点中,两侧梁的钢筋在节点区内锚固时,位置可能冲突,可采用弯折避让的方式,弯折角度不宜大于 1:6。节点区施工时,应注意合理安排节点区箍筋、预制梁、梁上部钢筋的安装顺序,控制节点区箍筋的间距满足要求。

中国建筑科学研究院及万科公司的低周反复荷载试验研究表明,在保证构造措施与施工质量时,该形式节点均具有良好的抗震性能,与现浇节点基本等同。

7.6.7 在预制柱叠合梁框架节点中,若梁下部纵向钢筋在节点区内连接较困难时,可在节点区外设置后浇梁段,并在后浇段内连接梁纵向钢筋。为保证梁端塑性铰区的性能,钢筋连接部位距离梁端需要超过 1.5 倍梁高。

7.6.8 该做法与预制柱、叠合梁的节点做法类似。柱现浇,柱内受力钢筋的连接方式与常规的现浇混凝土结构相同,柱的钢筋布置灵活,对加工精度及施工的要求略低。

7.7 预制剪力墙

7.7.2 应根据建筑功能要求、结构布置要求、构件受力性能以及构件生产、运输、安装的能力来确定预制剪力墙板的形式及尺寸。

7.7.3、7.7.4 参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的要求确定。

7.7.5 预制剪力墙板在生产、运输、安装过程中端部应力最大,通过适当加强端部配筋,形成边框,以保证墙板在施工过程中的刚度及承载力。

7.7.6 试验研究表明,剪力墙底部竖向钢筋连接区域裂缝较多且较集中,因此,通过对该区域水平分布钢筋进行加强以提高该区域的抗剪能力及变形能力,使该区域的塑性铰充分发展,提高墙板的抗震性能。

7.7.7 预制夹心外保温墙板具有结构、保温、装饰一体化的特点,根据其内、外叶墙板间的连接构造,可分为组合墙板和非组合墙板。组合墙板的内、外叶墙板可通过拉结件的连接共同工作;非组合墙板的内、外叶墙板不共同受力,外叶墙板仅作为荷载,通过拉结件作用在内叶墙板上。

目前,国内对于预制夹心外墙板的科研成果和工程实践经验都还较少,实际工程中通常采用非组合式的墙板,作为承重墙的内叶墙板的要求与普通剪力墙板的要求完全相同。

7.7.8 同一楼层内相邻预制剪力墙竖向接缝位置,一方面应避免接缝对结构整体性能产生不良影响,同时也要便于预制剪力墙构件的标准化生产、吊装、运输和就位。

对于约束边缘构件(如图3),位于墙肢端部的通常与墙板一起预制;纵横墙交接部位一般存在接缝,图3中阴影区域宜全部后浇,纵向钢筋主要配置在后浇段内,且在后浇段内应配置封闭箍筋及拉筋,预制墙板中的水平分布筋在后浇段内锚固。

筋,被连接钢筋的数量应满足剪力墙的配筋率和受力要求;为了满足分布钢筋最大间距的要求,在预制剪力墙中再设置一部分较小直径的竖向分布钢筋,但其最小直径也应满足有关规范的要求。

7.7.12 本规程参照《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 - 2014 给出了剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值计算公式。公式与《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 - 2010 中对一级抗震等级剪力墙水平施工缝的抗剪验算公式相同,主要采用剪摩擦的原理,考虑了钢筋和轴力的共同作用。

进行预制剪力墙底部水平接缝受剪承载力计算时,计算单元的选取分以下三种情况:

- 1 不开洞或者开小洞口整体墙,作为一个计算单元;
- 2 小开口整体墙可作为一个计算单元,各墙肢联合抗剪;
- 3 开口较大的双肢及多肢墙,各墙肢作为单独的计算单元。

7.7.13, 7.7.14 在楼层收进及屋面处设置封闭连续的后浇钢筋混凝土圈梁,是为了保证结构整体性和稳定性。在不设置圈梁的楼面处,通过设置水平后浇带并在其内设置纵向钢筋,也可起到保证结构整体性和稳定性的作用。

7.7.16 剪力墙平面内刚度和承载力较大,但平面外刚度和承载力相对较小。当楼面梁与预制剪力墙在剪力墙平面外单侧连接时,对预制剪力墙会产生不利的平面外内力。因此,应尽量避免这种连接。

7.7.17 连梁端部钢筋锚固构造复杂,应尽量避免预制连梁在端部与预制剪力墙连接。

7.7.21 洞口下墙的构造有三种做法:

- 1 预制连梁向上伸出竖向钢筋并与洞口下墙内的竖向钢筋连接,洞口下墙、后浇圈梁与预制连梁形成一根叠合连梁。该做法施工比较复杂,而且洞口下墙与下方的后浇圈梁、预制连梁组合在一起形成的叠合构件受力性能没有经过试验验证,受力和变形特征不明确,纵筋和箍筋的配筋也不好确定。不建议采用此做法;

- 2 预制连梁与上方的后浇混凝土形成叠合连梁;洞口下墙与

下方的后浇混凝土之间连接少量的竖向钢筋,以防止接缝开裂并抵抗必要的面外荷载。洞口下墙内设置纵筋和箍筋,作为单独的连梁进行设计。建议采用此种做法;

3 当洞口下墙采用轻质填充墙时,或者采用混凝土墙但与结构主体采用柔性材料隔离时,在计算中可仅作为荷载,洞口下墙与下方的后浇混凝土及预制连梁之间不连接,墙内设置构造钢筋。当计算不需要窗下墙时可采用此种做法。

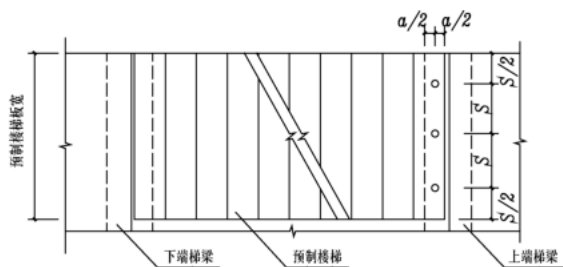
7.8 预制楼梯

7.8.1 对于预制混凝土板式楼梯,吊装、运输及安装过程中受力状况比较复杂,且与使用阶段不同,为了保证构件的承载力及控制裂缝宽度,规定梯段板厚度不宜小于 120mm,板面和板底均应配通长钢筋,最小配筋率应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

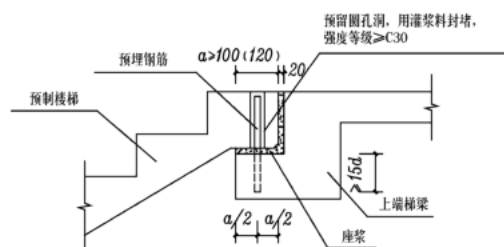
目前,预制钢结构楼梯已在实际工程中得到大量应用,尤其是建筑效果要求的异型楼梯,对于预制异型楼梯,采用钢结构时设计及施工简便,比混凝土结构具有明显优势。采用预制钢结构楼梯时,应注意作防腐防锈处理,并采取防火处理措施。

7.8.2 发生强烈地震时,楼梯是重要的逃生通道,应避免楼梯的破坏。框架结构中,若预制楼梯两支承端与主体结构之间采用后浇混凝土等措施形成整体,梯板起到斜支撑的作用,对结构刚度、承载力、规则性影响较大,应参与抗震计算。当预制楼梯与主体结构采取一端为固定铰、另一端为滑动铰的简支连接时,楼梯对结构刚度等的影响较小,可不参与抗震计算;应保证铰支承具有足够的转动及滑动变形能力,并采取构造措施防止滑落。剪力墙结构中,当采用简支的预制楼梯时,楼梯间墙宜做成小开口剪力墙。

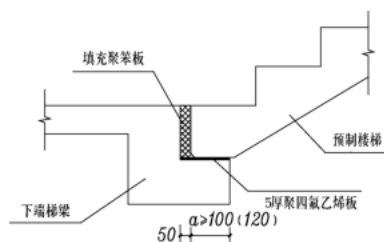
预制混凝土楼梯采用一端为固定铰、另一端为滑动铰的简支连接时,做法可参考图 4、图 5。



(a) 楼梯平面



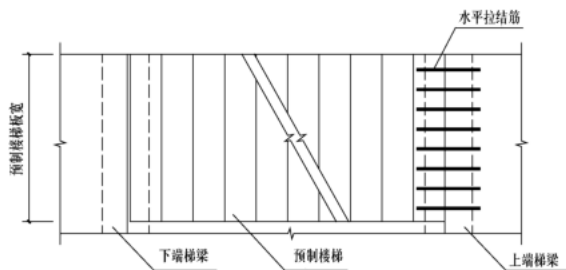
(b) 上端连接



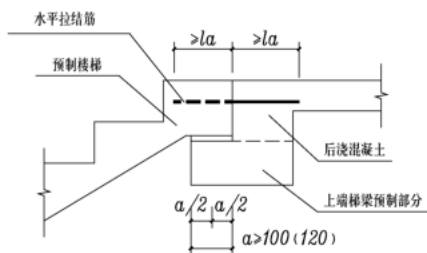
(c) 下端连接

图 4 预制楼梯端部连接做法一

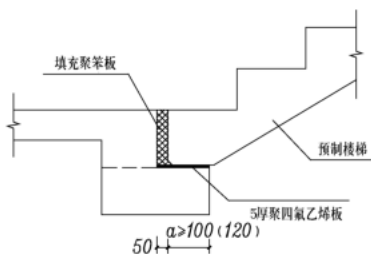
- 注:
1. 抗震设防烈度为 8 度时,应采用括号内数值;
 2. 预埋钢筋应采用热轧带肋钢筋,钢筋直径及数量应由计算确定,预埋钢筋直径不宜小于 20mm,数量不应少于 2 根;
 3. 预埋钢筋在梯梁中锚固长度不足时,可采用弯折或机械锚固措施;
 4. 预埋钢筋长度范围内应设置(水平)横向钢筋;
 5. 抗震设防烈度为 8 度时,预埋钢筋上端部应套丝、采用钢垫板及螺母固定;
 6. 预留圆孔洞的孔径可取预埋钢筋直径 $d + 30\text{mm}$ 。



(a) 楼梯平面



(b) 上端连接



(c) 下端连接

图5 预制楼梯端部连接做法二

- 注： 1. 抗震设防烈度为8度时，应采用括号内数值；
2. 水平拉结筋应采用热轧带肋钢筋，钢筋截面面积应由计算确定；水平拉结筋直径不宜小于10mm，间距不宜大于150mm。

8 外挂墙板

8.1 一般规定

8.1.1 本章所指外挂墙板是装配在混凝土结构上的非承重的预制外墙板,应按非结构受力构件设计。外挂墙板与主体结构应采用合理的连接节点,以保证荷载传递路径简捷,符合结构的计算假定。连接节点包括预埋件及连接件,其中预埋件包括主体结构支承构件中的预埋件,以及在外挂墙板中的预埋件,通过连接件与这两种预埋件的连接,将外挂墙板与主体结构连接在一起。对有抗震设防要求的地区,应对外挂墙板和连接节点作抗震设计。

8.1.2 外挂墙板与主体结构之间可以采用多种连接方法,对外挂墙板和连接节点设计计算时,所取用的计算简图应与实际连接构造相一致。

8.1.4 支承外挂墙板的结构构件应具有足够的承载力和刚度,尽量减少挠曲,避免扭转,以减少对外挂墙板的不良影响。当实在不能避免时,应作定量的分析计算,采取加强措施。

当支承构件为跨度较大的悬臂构件时,其端部可能会产生较大的位移,不宜将外挂墙板支承在此类构件上。

8.1.5 外挂墙板与主体结构宜采用柔性连接,保证外挂墙板在地震时能够适应主体结构的最大层间位移角。柔性连接有点支承和线支承两种。

本规程参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1,外挂墙板与主体结构的连接节点推荐采用柔性连接的点支承的方式。点支承的外挂墙板可区分为平移式外挂墙板(图 6a)和旋转式外挂墙板(图 6b)两种形式。它们与主体结构的连接节点,又可以分为承重节点和非承重节点两类。

一般情况下,外墙挂板与主体结构的连接宜设置 4 个支承点:当下部两个为承重节点时,上部两个宜为非承重节点;相反,当上

部两个为承重节点时,下部两个宜为非承重节点。应注意,平移式外挂墙板与旋转式外挂墙板的承重节点和非承重节点的受力状态和构造要求是不同的。因此,设计要求也是不同的。

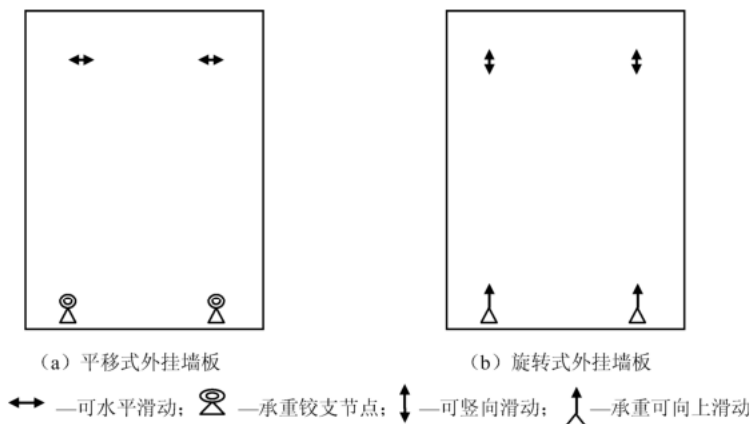


图6 外挂墙板及其连接节点形式示意

一边固定的线支承方式在我国部分地区有所应用,但目前有关线支承的科研成果还偏少。根据现有的研究成果,当外挂墙板与主体结构采用线支承连接时,连接节点的抗震性能应满足:①多遇地震和设防地震作用下连接节点保持弹性;②罕遇地震作用下外挂墙板顶部剪力键不破坏,连接钢筋不屈服。连接节点的构造应满足:

1 外挂墙板上端与楼面梁连接时,连接区段应避开楼面梁塑性铰区域;

2 外挂墙板与梁的结合面应做成粗糙面并宜设置键槽,外挂墙板中应预留连接用钢筋。连接用钢筋一端应可靠地锚固外挂墙板中,另一端应可靠地锚固在楼面梁(或板)后浇混凝土中;

3 外挂墙板下端应设置2个非承重节点,此节点仅承受平面外水平荷载;其构造应能保证外挂墙板具有随动性,以适应主体结构的变形。

8.2 作用及作用组合

8.2.1、8.2.2 在外挂墙板和连接节点上的作用与作用效应的计算,均应按照我国现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定执行。同时应注意:

1 对外挂墙板进行持久设计状况下的承载力验算时,外挂墙板仅承受平面外的风荷载;当进行地震设计状况下的承载力验算时,除应计算外挂墙板平面外水平地震作用效应外,尚应分别计算平面内水平和竖向地震作用效应,特别是对开有洞口的外挂墙板,更不能忽略后者;

2 承重节点应能承受重力荷载、外挂墙板平面外风荷载和地震作用、平面内的水平和竖向地震作用;非承重节点仅承受上述各种荷载与作用中除重力荷载外的各项荷载与作用;

3 在一定的条件下,旋转式外挂墙板可能产生重力荷载仅由一个承重节点承担的工况,应特别注意分析;

4 计算重力荷载效应值时,除应计入外挂墙板自重外,尚应计入依附于外挂墙板的其他部件和材料的自重;

5 计算风荷载效应标准值时,应分别计算风吸力和风压力在外挂墙板及其连接节点中引起的效应;

6 对重力荷载、风荷载和地震作用,均不应忽略由于各种荷载和作用对连接节点的偏心在外挂墙板中产生的效应;

7 外挂墙板和连接节点的截面和配筋设计应根据各种荷载和作用组合效应设计值中的最不利组合进行。

8.2.4、8.2.5 外挂墙板的地震作用是依据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 对于非结构构件的规定制订,并参照现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 - 2003 的规定,简化计算公式。

8.3 外挂墙板和连接设计

8.3.1 规定了普通外挂墙板的最小厚度。由于外挂墙板受到平

面外风荷载和地震作用的双向作用。因此,应双层、双向配筋,且应满足最小配筋率的要求。

8.3.2 按照现阶段预制夹心外挂墙板的构造要求,规定了外挂墙板的最小厚度。对于预制夹心外墙板,国内通常采用的是非组合式夹心墙板,外叶墙板仅作为荷载,内叶墙板受力,本条对配筋的要求是针对受力的内叶墙板。

8.3.3 构件尺度过长或过高,如跨越两个层高后,主体结构层间位移对外墙挂板内力的影响较大,有时甚至需要考虑构件的 $P-\Delta$ 效应。根据我国现阶段吊车的起重能力、卡车的运输能力、施工单位的施工水平、以及连接节点构造的成熟程度,目前,还不宜将构件做得过大。现阶段预制外挂墙板一般为一个层高、一个开间。顶层为施工方便,一般和女儿墙一起预制。

8.3.4 外挂墙板门窗洞口边由于应力集中,应采取防止开裂的加强措施。对开有洞口的外挂墙板,应根据外挂墙板平面内水平和竖向地震作用效应设计值,对洞口边加强钢筋进行配筋计算。一般情况下,洞边钢筋不应少于 2 根、直径不应小于 12mm;该钢筋自洞口边角算起伸入外挂墙板内的长度不应小于 l_a 。洞口角部尚应配置加强斜筋,加强斜筋不应少于 $2\phi 12$;且应满足锚固长度要求。

8.3.5 外挂墙板的饰面可以有多种做法,应根据外挂墙板饰面的不同做法,确定其钢筋混凝土保护层的厚度。当外挂墙板的饰面采用表面露出不同深度的骨料时,其最外层钢筋的保护层厚度,应从最凹处混凝土表面计起。

8.3.6 点支承的外挂墙板一般可视连接节点为铰支座,两个方向均按简支构件进行承载能力极限状态计算分析。外挂墙板一般同时具有装饰功能,对其外表面观感的要求较高,一般在施工阶段不允许开裂,使用阶段应对其挠度和裂缝宽度进行控制,满足设计要求。

8.3.7 根据日本和中国台湾的工程实践经验,点支承的连接节点一般采用在连接件和预埋件之间设置带有长圆孔的滑动垫片,形成平面内可滑移的支座;当外挂墙板相对于主体结构可能产生转

动时,长圆孔宜按垂直方向设置;当外挂墙板相对于主体结构可能产生平动时,长圆孔宜按水平方向设置。

用于连接外挂墙板的型钢、连接板、螺栓等零部件的规格应加以限制,力争做到标准化,使得整个项目中,各种零部件的规格统一化,数量最小化,避免施工中可能发生的差错,以便保证和控制质量。

8.3.8 外挂墙板板缝中的密封材料,处于复杂的受力状态中,由于目前相关试验研究工作做得还比较少,尚未提出定量的计算方法。设计时应注重满足其各种功能要求。板缝不应过宽,以减少密封胶的用量,降低造价。